



Primera versión del desarrollo de *proxies* para la implementación de la Taxonomía Verde de Colombia

Sectores:

Agua, Transporte y Uso del Suelo (AFOLU).

Actividades:

A4, T4, T5 e Inversiones/Prácticas para la transición a la agricultura ecológica y la ganadería/forestería sostenible.



Bogotá, Colombia

Agosto de 2024

Elaborado por la Mesa de Taxonomía Verde, Climate Bonds Initiative y Ambire Global como parte del proyecto *“Enverdeciendo el sistema financiero colombiano: implementación de definiciones verdes locales para permitir la inversión a largo plazo en sectores prioritarios”* apoyado por UK PACT de la Embajada del Reino Unido; en el marco de las actividades de la Mesa de Taxonomía Verde del Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA.

Tabla de contenido

ACRÓNIMOS.....	5
GLOSARIO.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. MARCO DE REFERENCIA.....	13
2.1. Sistemas de riego para actividades agrícolas.....	13
2.2. Motores.....	14
2.3. Agricultura orgánica y certificaciones en productos agrícolas.....	18
3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LOS <i>PROXIES</i>	19
3.1. Sector Agua.....	20
3.2. Sector Transporte.....	21
3.2.1. Transporte interurbano (carga y pasajeros) (T4).....	22
3.2.1.1. Tecnologías de transporte intermunicipal por carretera y/o sistema férreo.....	23
3.2.1.2. Herramienta de cálculo de emisiones de GEI para transporte férreo y fluvial/marítimo...	26
3.2.2. Transporte de servicio particular (T5).....	35
3.3. Sectores del Uso del suelo.....	37
4. RESULTADOS – PRIMEROS <i>PROXIES</i> DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TVC.....	39
4.1. Sector Suministro y tratamiento de agua – Inversiones para el uso eficiente del agua (A4).....	39
4.2. Sector Transporte - Transporte interurbano (carga y pasajeros) terrestre (T4).....	40
4.3. Sector Transporte - Transporte interurbano (carga y pasajeros) y férreo (T4).....	45
4.4. Sector Transporte - Transporte de servicio particular (T5).....	48
4.5. Sectores del Uso del Suelo.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre los proxies desarrollados y sus posibles usuarios.....	12
Tabla 2. Clasificación de los sistemas de transporte posibles de simular a través de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas.....	29
Tabla 3. Combustibles disponibles para cada una de las opciones posibles de transporte en la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas.....	29
Tabla 4. Tecnologías de inversión para uso eficiente del agua en el sector agrícola.....	39

Tabla 5. Tecnologías de transporte Terrestre de carga y/o pasajeros que cumplen con el criterio de elegibilidad de la TVC.....	40
Tabla 6. Tecnologías de transporte férreo eléctricas disponibles para importación que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC	45
Tabla 7. Tecnologías de transporte terrestre particular que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC .	48
Tabla 8. Certificaciones disponibles para agricultores y productores en torno a las inversiones y prácticas para la transición hacia la agricultura y ganadería/forestería sostenible	56
Tabla 9. Grado de alineación de las certificaciones para agricultores y productores, en torno a las inversiones y prácticas hacia la agricultura y ganadería/forestería sostenible respecto a la TVC	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida tanto para los vehículos eléctricos de batería (BEV) como para los vehículos con motor de combustión interna (ICEV).....	15
Figura 2. Evolución en la reducción de emisiones directas de gases de efecto invernadero de los vehículos según tipo de motor.	16
Figura 3. Vista general de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas para proyectos de transporte férreos, fluviales o marítimos	28
Figura 4. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas férreos de carga.....	32
Figura 5. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas férreos de pasajeros.....	33
Figura 6. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas fluviales de carga.....	35
Figura 7. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas marítimos de carga.....	35

Acuse de responsabilidad: la información contenida en esta comunicación no constituye asesoramiento de inversión de ningún tipo y Climate Bonds Initiative ni Ambire Global (el consorcio) son asesores de inversión. Cualquier referencia a una organización financiera o a un instrumento de deuda o producto de inversión se hace únicamente con fines informativos. Los enlaces a sitios web externos son sólo para fines informativos. El consorcio no acepta ninguna responsabilidad por el contenido de sitios web externos. El consorcio no respalda, recomienda o asesora sobre los méritos financieros o de otro tipo de cualquier instrumento de deuda o producto de inversión y ninguna información contenida en esta comunicación debe ser tomada como tal, ni debe confiarse en cualquier información contenida en esta comunicación para tomar cualquier decisión de inversión. La certificación según el Estándar de Climate Bonds sólo refleja los atributos climáticos del uso de los ingresos de un instrumento de deuda designado. No refleja la solvencia del instrumento de deuda designado, ni su conformidad con las leyes nacionales o internacionales. La decisión de invertir en algo es exclusivamente suya. El consorcio no acepta responsabilidad de ningún tipo, por cualquier inversión que un individuo u organización realice, ni por cualquier inversión realizada por terceros en nombre de un individuo u organización, basada total o parcialmente en cualquier información contenida en esta o cualquier otra comunicación pública de Climate Bonds Initiative.

ACRÓNIMOS

I. Generales

AFOLU:	Agricultura, ganadería y forestería (Agricultural, Forestry and Land Use, por sus siglas en inglés)
BEV:	Vehículo eléctrico (battery electric vehicle, por sus siglas en inglés)
CBI:	Iniciativa de Bonos Climáticos (Climate Bonds Initiative, por sus siglas en inglés)
CTE:	Criterio técnico de elegibilidad
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP:	Departamento Nacional de Planeación (Colombia)
EEA:	Agencia Europea de Medio Ambiente
EPA:	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environment Protection Agency, por sus siglas en inglés)
FCEV:	Vehículo impulsado con celdas de hidrogeno (fuel cell electric Vehicle, por sus siglas en inglés)
FE:	Factor de emisión
FECOC:	Factores de emisión de los combustibles colombianos
FFV:	Vehículos con motores de combustión modificados para funcionamiento con combustibles fósiles con porcentaje superior de mezcla con (flex fuel vehicle, por sus siglas en inglés)
GEI:	Gases de efecto invernadero
GMO:	Organismos genéticamente modificados
GWP:	Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential, por sus siglas en inglés)
HEV:	Vehículos híbridos (hybrid electric vehicle, por sus siglas en inglés)
ICEV:	Vehículo con motor de combustión interna (internal combustion engine vehicle, por sus siglas en inglés)
MADS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia)

SFC:	Superintendencia Financiera de Colombia
TVC:	Taxonomía Verde de Colombia
UPME:	Unidad de Planeación Minero-Energética
UK PACT:	Partnering for Accelerated Climate Transition

II. Métricas

CH ₄ :	Metano
CO:	Monóxido de carbono
CO ₂ :	Dióxido de carbono
CH ₄ :	Metano
kg CO ₂ / gal:	Kilogramo de Dióxido de Carbono por galón
kg CH ₄ / gal:	Kilogramo de metano por galón
kg N ₂ O/ gal:	Kilogramo de óxido nitroso por galón
Gal:	Galón
g CO ₂ /t.km:	Gramos de Dióxido de Carbono Equivalente por Tonelada-Kilómetro
g CO ₂ e/p.km:	Gramos de Dióxido de Carbono Equivalente por Pasajero-Kilómetro
g:	Gramo
kg CO ₂ e/t.km:	Kilogramos de Dióxido de Carbono Equivalente por Tonelada-Kilómetro
kg CO ₂ e/p.km:	Kilogramos de Dióxido de Carbono Equivalente por Pasajero-Kilómetro
kg:	Kilogramo
km:	Kilómetro
N ₂ O:	Óxido Nitroso
NO _x :	Óxidos de nitrógeno
SO _x :	Óxidos de azufre

tCO₂e/t: Tonelada de Dióxido de Carbono Equivalente por tonelada

tCO₂e/t.km: Tonelada de Dióxido de Carbono Equivalente por tonelada-kilómetro

tCO₂e/t.nm: Tonelada de Dióxido de Carbono Equivalente por tonelada-milla náutica

t: Tonelada

GLOSARIO

<p>Agricultura sostenible</p>	<p>Busca promover prácticas y políticas que apoyen la integración de los sectores agrícolas y productivos (cultivos, ganadería, silvicultura y pesca), que aseguren el manejo responsable y la disponibilidad de recursos naturales a largo plazo. Para ello orienta sus esfuerzos en mejorar y estandarizar las actividades productivas, pues reconoce la necesidad de producir alimentos inocuos e implementar buenas prácticas agrícolas, como son el manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo de cosecha y postcosecha, la innovación tecnológica y la conservación de la biodiversidad. Incluir aspectos sociales, como la seguridad alimentaria, dignificación laboral, educación alimentaria y fortalecimiento de la asociatividad. Aspectos ambientales, como el manejo de suelos y aguas, sostenibilidad del sistema productivo, manejo de agroquímicos, adaptación y mitigación al cambio climático, y análisis de riesgos (FAO, 2016).</p>
<p>Aprovechamiento forestal sustentable</p>	<p>La extracción realizada de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos (Cámara de Diputados, 2019).</p>
<p>Biocombustibles</p>	<p>Son combustibles derivados directa o indirectamente de la biomasa. Se pueden dividir en tres categorías (FAO, 2002):</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) Biocombustibles sólidos (leña, residuos de madera, pellets de madera, desechos animales, material vegetal, entre otros). (b) Biocombustibles líquidos (bioetanol, biodiésel, queroseno de bio jet, entre otros). (c) Biogases (de fermentación anaeróbica y de procesos térmicos).
<p>Calentamiento global</p>	<p>Aumento estimado de la temperatura media global en superficie promedio en 30 años, o durante 30 años centrado en un año o decenio particular, expresado en relación con los niveles preindustriales, salvo si se especifica de otra manera (IPCC, 2019).</p>

Cambio Climático	Transformaciones del clima atribuidas a la actividad humana que altera directa o indirectamente la composición de la atmósfera mundial, lo que se suma a su variabilidad natural observada durante períodos comparables (ONU, 1992). Según el IPCC, el cambio climático puede identificarse (p.ej., mediante pruebas estadísticas) por cambios que persisten durante largos períodos de tiempo (decenios o períodos más prolongados) en el valor medio de las propiedades del clima y/o por la variabilidad de estas. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (IPCC, 2013).
Combustibles fósiles	Combustibles basados en carbono de depósitos de carbono fósil, incluidos el petróleo, el gas natural y el carbón (FAO, 2008)
Criterio de elegibilidad	Se refieren a las actividades y activos económicos que, al cumplir con los criterios de contribución sustancial establecidos, apoyan significativamente al logro de los objetivos ambientales definidos en la Taxonomía (Gobierno de Colombia, 2022)
Deforestación	La remoción de un bosque de la tierra que luego se convierte en uso no forestal (FAO, 2018).
Degradación de suelos	Se refiere a los procesos desencadenados por las actividades humanas que producen un cambio en la salud del suelo, reduciendo su capacidad inicial para proveer bienes y servicios (FAO, 2024).
Desarrollo Sostenible	El desarrollo sostenible lleva al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables, ni deteriorar el medio ambiente ni el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987).
Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Constituyentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja, e incluyen dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF ₆) (IPCC, 2013).
Fertilizantes sintéticos	Es el abono manufacturado mediante un proceso industrial (CORPOICA, s.f.).

<p>Frontera agrícola</p>	<p>La zona de división entre las tierras ocupadas con cultivos y aquellas que nunca fueron cultivadas, donde se desarrollan actividades no agrícolas y sólo crece vegetación natural, que puede ser aprovechada para la caza, la recolección de frutos o alguna otra actividad (MADR, 2018).</p>
<p>Gases de Efecto Invernadero</p>	<p>Constituyen un grupo de gases que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. El Protocolo de Kioto, actualmente cubre siete gases de efecto invernadero: Los gases no fluorados: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Los gases fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Convertirlos en dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) permite compararlos y determinar sus contribuciones individuales y totales al cambio climático (IPCC, 2013).</p>
<p>Greenwashing/Lavado verde</p>	<p>Este término fue acuñado en 1986 por Jay Westerveld en un ensayo crítico para describir las escandalosas afirmaciones ambientales corporativas. Tipo de publicidad engañosa que atribuye determinadas cualidades a un servicio o producto, que son positivas para el medio ambiente (BCN, 2021).</p>
<p>Intensidad de Carbono</p>	<p>Cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) liberado por unidad de otra variable, como: el Producto Interno Bruto (PIB), el uso de energía final o el transporte (IPCC, 2014).</p>
<p>Proxy</p>	<p>Puede ser entendido como un intermediario conceptual que simplifica la comprensión de un proceso o sistema más complicado. En el contexto de las Taxonomías se refiere al proceso de aplicación de uno o varios de los criterios de elegibilidad para ejemplificar su uso y simplificar la implementación de los documentos (Gobierno de Colombia, 2022).</p>

1. INTRODUCCIÓN

La Taxonomía Verde de Colombia (TVC), se encarga de definir un sistema de clasificación para actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales al logro de objetivos y compromisos ambientales y climáticos del país. Este esquema de clasificación se enfoca en ayudar a diferentes actores del sector público y privado, tales como: emisores de bonos, inversionistas, instituciones financieras, entidades públicas, entre otros; a tomar decisiones informadas para canalizar recursos hacia inversiones y gastos verdes. Dado su ámbito de aplicación, este sistema de clasificación puede conllevar a limitaciones en su implementación para determinados sectores económicos, esto relacionado a los requerimientos de información técnica necesarios para establecer si una actividad o proyecto cumple con los criterios de elegibilidad establecidos.

En los ámbitos tanto público como privado se ha hecho evidente la necesidad de desarrollar herramientas anexas a la TVC, buscando simplificar la aplicación de los criterios de elegibilidad por parte de las partes interesadas y su articulación a procesos administrativos y operacionales.

A través del programa PACT (Partnering for Accelerated Climate Transition) del Reino Unido (UK PACT) en Colombia, ha sido posible para Climate Bonds Initiative (CBI) en alianza con Ambire Global y otros actores, apoyar en el proceso de implementación de la TVC. Este se ha orientado a las necesidades de movilización financiera, tanto pública como privada, a proyectos que propendan al cumplimiento de los objetivos ambientales de Colombia. En esta primera etapa de desarrollo dicho insumo se debía orientar a tres sectores priorizados (agua, transporte y uso del suelo) que, debido a los diversos pilotos de implementación de la TVC que se han desarrollado a la fecha, presentan una necesidad de ampliación de la información técnica para clarificación de necesidades de adaptación por parte de las líneas de negocios de las instituciones interesadas. Para poder apoyar la recopilación de esta necesidad de información técnica, es que se estableció llevar a cabo el desarrollo de lo que llamamos *proxies*. Los *proxies* funcionan como una herramienta relevante así:

- Para que las instituciones bancarias y financieras los implementen en sus líneas de negocio o productos y servicios financieros verdes, facilitando los procesos de identificación de datos técnicos requeridos para la asignación o la creación de otros instrumentos verdes.
- Como una guía inicial para el sector público, privado y mixto, así como para la ciudadanía, que deseen aportar al cumplimiento de los objetivos ambientales nacionales y puedan guiar su actividad económica y/o compras de insumos/bienes para inversión o financiación, según el caso, con el cumplimiento de los criterios de elegibilidad de la TVC.
- Como un marco de referencia para la estructuración, evaluación y consecución de proyectos de inversión, haciendo parte del ciclo de viabilidad y actuando como una línea base para la toma de decisiones de inversión.

De esta manera, al emplear los *proxies*, la TVC se convierte en una herramienta de fácil utilización al representar una ejemplificación de los requerimientos de información y/o su interpretación para cumplir

con los criterios de elegibilidad allí señalados y de esta manera lograr la adaptabilidad de la TVC por parte de actores relevantes.

El presente documento es un manual de usuario para la herramienta “*Proxies* de implementación de la TVC – A4_T4_T5_ Uso del Suelo” (en lo sucesivo la “herramienta de implementación”). La herramienta es un archivo interactivo en formato *Excel* a través del cual los usuarios podrán consultar las consideraciones técnicas para el desarrollo del *proxy* de implementación de la TVC en cuatro actividades y tres sectores específicos; esta proporciona una visión general de las consideraciones y cuestiones clave que se plantearon durante el desarrollo de la herramienta de implementación (adición de tecnologías con corte a septiembre de 2023 y última versión ajustada de la herramienta de cálculo con corte a julio de 2024). El documento consta de tres partes: la primera brinda un marco de referencia general sobre los planteamientos teóricos para la lectura de los resultados *proxy*, la segunda relaciona la metodología de desarrollo y priorización para el desarrollo de los *proxies*; por último, la tercera presenta los *proxies* y consideraciones técnicas relevantes dentro de la herramienta de implementación.

Tabla 1. Relación entre los proxies desarrollados y sus posibles usuarios

Nombre del <i>proxy</i> dentro de la herramienta <i>Excel</i>	Usuario identificado de la herramienta <i>proxy</i>
Tecnologías Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> • Micro, pequeños, medianos y grandes productores agrícolas • Entidades bancarias y entidades financieras • Empresas aseguradoras • Gobierno
Herramienta de Emisiones GEI	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades bancarias y entidades financieras • Inversionistas • Empresas públicas y privadas • Empresas aseguradoras • Gobierno
Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades bancarias y entidades financieras • Empresas públicas y privadas • Empresas aseguradoras • Gobierno
Férreo	
Particulares	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades bancarias y entidades financieras • Empresas públicas y privadas • Empresas aseguradoras • Usuarios particulares
Certificaciones de Uso de Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Entidades bancarias y entidades financieras • Empresas públicas y privadas • Empresas aseguradoras • Gobierno

2. MARCO DE REFERENCIA

Los *proxies* disponibles para consulta en la herramienta adjunta “*Proxies de implementación de la TVC – A4_T4_T5_ Uso del suelo*” surten las veces de ejemplo de aplicación para cuatro (4) actividades económicas de la Taxonomía Verde de Colombia; para mayor entendimiento de la información contenida en la herramienta de implementación, se especifica a continuación información teórica relevante dentro del alcance del proyecto:

2.1. Sistemas de riego para actividades agrícolas

Los sistemas de riego son el conjunto de estructuras que transporta el soporte hídrico para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, en el momento adecuado y con la cantidad de agua necesaria de manera eficiente y uniforme. La sustentabilidad de un sistema de riego agrícola está estrechamente relacionada al diseño del sistema de distribución, siendo necesario enfatizar en aspectos como: requerimiento hidráulico, rentabilidad, costos operativos, disponibilidad de tuberías, calidad del agua, distribución uniforme y requerimiento hídrico del cultivo¹. Los principales sistemas de riego se relacionan a continuación²:

- **Riego agrícola por gravedad:** el agua es captada y distribuida contando con la energía generada por el diferencial de altura entre el punto de captación y el área de regadío. Consiste en formar canales con huecos de tierra, alrededor de los cultivos, para distribuir el agua sobre la superficie del suelo de cada parcela, generando la infiltración del agua al suelo. Este tipo de riego es muy utilizado en cultivos de campo como hortalizas y cultivos arbóreos.
- **Riego agrícola por inundación:** el agua es distribuida superficialmente sobre el terreno de regadío; se adapta mejor a los cultivos que permiten la inundación total, como el cultivo de arroz, y a aquellos cuyo espaciamiento entre hileras posibilita la construcción de surcos. La eficiencia de riego (agua efectivamente usada por la plántula en relación con el agua total utilizada en la práctica de riego) de este tipo de cultivo es de entre el 40 y el 65%, siendo de alto consumo de agua. Aunque es posible controlar la cantidad de agua aplicada a través del uso de compuertas o sifones, es muy difícil saber exactamente qué cantidad de agua se está aplicando en cada punto del terreno. Para que haya un humedecimiento homogéneo del suelo es necesario que la superficie sea uniforme.
- **Riego agrícola por aspersión:** el agua es distribuida a través de aspersores, los cuales producen gotas de agua de diferentes tamaños, imitando una precipitación natural. Se adapta mejor a aquellos cultivos

¹ Espinosa Espinosa, B., Flores Magdaleno, H., Ascencio Hernández, R., & Carrillo Flores, G. (2016). Diseño de un sistema de riego hidrante parcelario con los métodos por Turnos y Clement: análisis técnico y económico. *Terra Latinoamericana*, 34(4),431-440. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57347465005>

² Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (s.f). Factores que se deben considerar para seleccionar el sistema de riego más adecuado. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e07.htm#fn88>

que ocupan toda el área del terreno o que poseen espaciamiento pequeño, cuyos sistemas radiculares ocupan todo el volumen de suelo sembrado. No es un sistema adecuado para los cultivos altos y frondosos. Utiliza menos agua que el riego agrícola por inundación, pero el doble que el sistema de riego por goteo. La eficiencia de riego es de entre el 80 y el 85%. Se puede controlar la cantidad de agua aplicada a través de pluviómetros sencillos o por la relación caudal/tiempo de los aspersores.

- **Riego agrícola por microaspersión:** es una modificación del sistema de aspersión tradicional que permite asperjar el agua a poca distancia de la planta y de manera localizada. Se adapta mejor a aquellos cultivos de espaciamiento amplio, cuyos sistemas radiculares no ocupan todo el volumen de suelo y, por lo tanto, el riego localizado es más eficiente. Consume menos agua que el sistema por aspersión tradicional, principalmente si se trata de cultivos de espaciamiento amplio. La eficiencia de riego es de entre el 85 y el 90%. Se puede controlar adecuadamente la cantidad de agua aplicada a través de la relación caudal/tiempo de los micro aspersores o por el consumo en la estructura de almacenamiento (pila, barriles, entre otros).
- **Riego agrícola por goteo:** el agua es distribuida de manera localizada, por gotas, a través de goteros instalados en mangueras de goteo, pequeños reservorios (galones, bambú, entre otros) o tuberías de distribución. Se adapta mejor a aquellos cultivos de espaciamiento amplio, cuyos sistemas radiculares no ocupan todo el volumen de suelo y, por lo tanto, el riego localizado es más eficiente. Es el más eficiente en el uso del agua. Consume poco recurso hídrico, teniendo una eficiencia de riego de entre el 90 y el 95%. Es posible realizar un adecuado control de la cantidad de agua aplicada a través de la relación caudal/tiempo de los goteros o por el consumo en la estructura de almacenamiento.
- **Riego agrícola por goteo combinado con plasticultura:** es una tecnología basada en el uso de plástico aplicado a la producción agrícola. El cubrimiento de las plantas con plástico presenta ventajas como: favorecimiento del control clima del suelo (variables como: temperatura, humedad, entre otras), permite el control efectivo de enfermedades y plagas, y reduce los requerimientos de mano de obra para el manejo del cultivo. Es una práctica de manejo de los cultivos que permite un incremento significativo de los rendimientos y un ahorro de agua para el riego estimado en un 50%, permitiendo consecuentemente elevar los beneficios económicos para los pequeños productores. Dado que el sistema de manejo del cultivo con cobertura de plástico requiere de una preparación del terreno que implica la formación de camas de cultivo con remoción del suelo, se recomienda en terrenos planos o ligeramente inclinados.

2.2. Motores

El sector de transporte ha experimentado una evolución constante, mediada por el desarrollo de: nuevos materiales, el rediseño de piezas que favorece la aerodinámica de los vehículos, la investigación en nuevos combustibles y el desarrollo de motores con variación en las prestaciones finales del vehículo; desde la mirada del desarrollo y evolución de los motores, en el sector transporte se evidencia el surgimiento tecnológico. Partiendo del primer vehículo, que fue impulsado por un motor a vapor, se han desarrollado

innumerables variaciones a los distintos tipos de motor disponibles para priorizar especificaciones como: potencia, torque, autonomía, estabilidad y/o velocidad.

Desde la perspectiva sostenible se busca descarbonizar el sector transporte, migrando de tecnologías tradicionales térmicas (combustión interna y externa) a tecnologías bajas o cero en emisiones directas; en este sentido el motor y el tipo de combustible empleado para la reacción mecánica es trascendental para la toma consciente de decisiones que prioricen una economía baja en emisiones.

A raíz de esta creciente necesidad se pueden identificar dos tipos de motores principales que son ampliamente usados en la actualidad para transporte según su tipo: motor de combustión (Internal Combustion Engine Vehicle o ICEV, por sus siglas en inglés) y motor eléctrico (BEV o EV, por sus siglas en inglés); y como un punto intermedio entre estos se encuentran tecnologías de transición, como lo son los vehículos con sistemas de motores híbridos (HEV o PHEV, según sus siglas en inglés). El ciclo de los vehículos con motor de combustión y motor eléctrico se plantea en la figura 1.

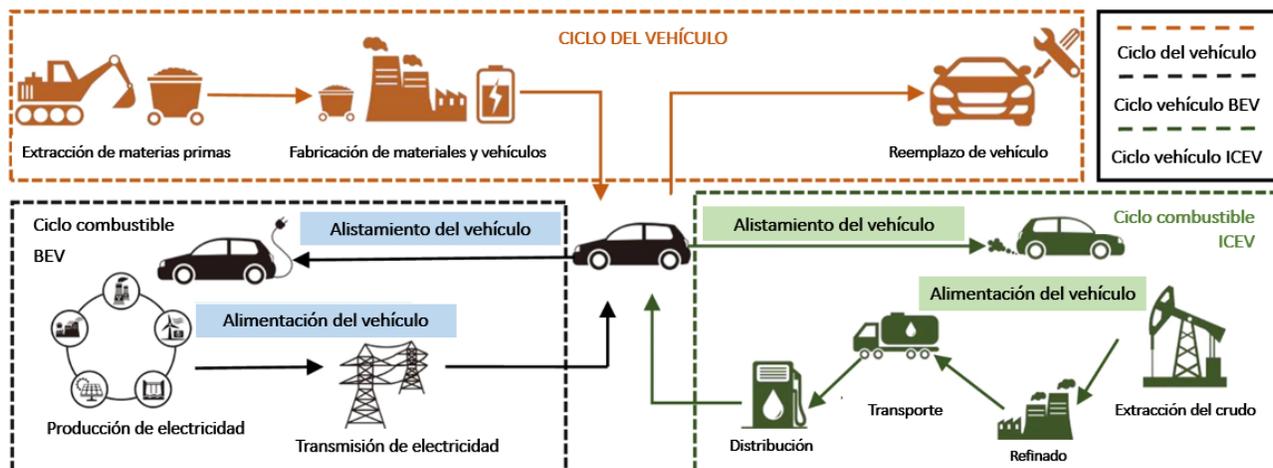


Figura 1. Ciclo de vida tanto para los vehículos eléctricos de batería (BEV) como para los vehículos con motor de combustión interna (ICEV)

Fuente: adaptado de Ren, Y *et al.* (2023).³

Con el transcurso de los años se han desarrollado prototipos adicionales a los motores: de combustión, eléctricos e híbridos; dichas tecnologías usan los principios de funcionamiento de los motores anteriormente señalados con variaciones en la disposición de sus componentes o del tipo de combustible utilizado para optimizar los procesos de conversión a energía mecánica. Entre las variaciones mencionadas se incluyen los motores de combustión modificados para funcionamiento con combustibles fósiles con porcentaje superior de mezcla con biocombustibles y los motores eléctricos de pila de combustible (FFV y FCEV respectivamente, por sus siglas en inglés).

³ Ren, Y., Sun, X., Wolfram, P. *et al.* (2023). Hidden delays of climate mitigation benefits in the race for electric vehicle deployment. *Nat Commun* 14, 3164. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38182-5>

Desde el enfoque de reducción de emisiones se hace un barrido desde los modelos con mayores emisiones, siendo estos los modelos de combustión interna, hasta las tecnologías con cero emisiones directas (como los vehículos eléctricos o vehículos con celdas de hidrógeno verde), como se puede evidenciar en la figura 2.

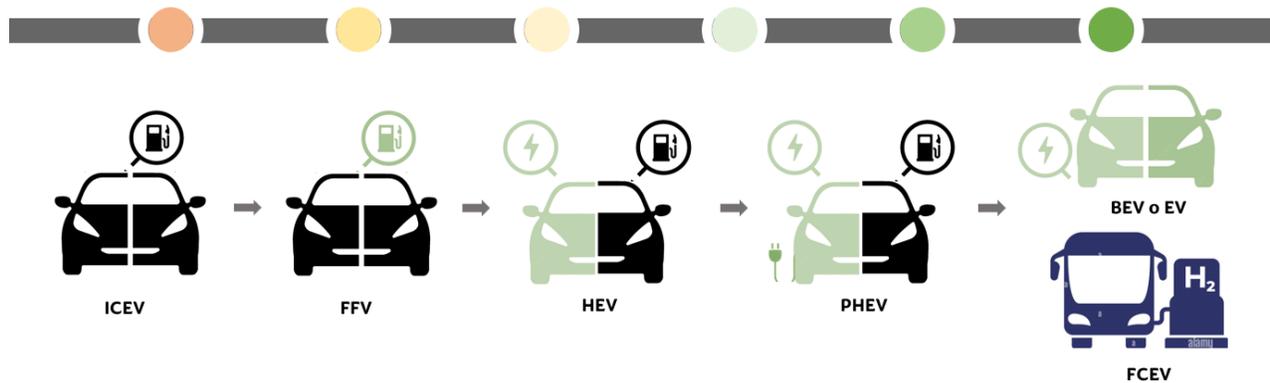


Figura 2. Evolución en la reducción de emisiones directas de gases de efecto invernadero de los vehículos según tipo de motor.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una breve descripción sobre aspectos relevantes de cada tipo de motor:

- **Motor de combustión:** tipo de motor térmico cíclico en el que la combustión transforma energía química en energía mecánica. Para su funcionamiento utilizan combustibles fósiles, los cuales impulsan el funcionamiento del cilindro y demás componentes del motor para producir los cuatro tiempos del ciclo termodinámico: admisión (descenso del pistón del cilindro e ingreso de mezcla combustible/aire por la válvula de admisión durante el cierre de la válvula de escape), compresión (cierre de la válvula de admisión, ascenso del pistón y compresión de la mezcla combustible/aire), explosión (generación de la chispa a través de la bujía, provocando la ignición durante el descenso del pistón) y escape (ascenso del pistón y apertura de la válvula de escape para liberación de los gases resultantes de la reacción química exotérmica). Este tipo de motor es el empleado en los vehículos de combustión (**ICEV**, por sus siglas en inglés).
- **Motor eléctrico:** tipo de máquina eléctrica que transforma en energía mecánica la energía eléctrica que absorbe a través de los bornes. Se pueden clasificar según el tipo de corriente utilizada para su alimentación donde pueden ser: motores de corriente continua y motores de corriente alterna. Su funcionamiento simplificado ocurre mediante la aplicación de una corriente eléctrica a través de las bobinas del estator, generando un campo magnético, el cual interactúa con el campo magnético del rotor; esta interacción produce una fuerza que hace girar el rotor, por tanto, hace girar el eje del motor. Este tipo de motor es el empleado en los vehículos eléctricos (**BEV o EV**, por sus siglas en inglés).
- **Sistema de motores híbrido:** este sistema incluye uno o más motores en una combinación entre motores térmicos y motores generadores eléctricos. Orientado hacia el sector transporte, el

funcionamiento del vehículo y su desplazamiento está ligado a la configuración que haya dado la casa matriz a: los motores, el tipo de estos y su capacidad. Entre los tipos de sistemas vehiculares de motores híbridos se puede clasificar dependiendo el tamaño de su sistema de generación eléctrica:

- i. **Sistema vehicular de motores híbridos suave:** poseen un sistema eléctrico con menor capacidad formado por un motor y un paquete de baterías, las cuales se cargan por el motor de combustión interna durante la conducción normal. El motor proporciona un impulso al tren de potencia, usualmente durante el arranque, más no otorga una capacidad significativa para impulsar por sí solo el vehículo. Algunos vehículos **HEV** (por sus siglas en inglés) funcionan con este sistema.
 - ii. **Sistema vehicular de motores híbridos completo:** poseen motores eléctricos con mayor capacidad y baterías de almacenamiento más grandes, en algunos casos proporciona una autonomía eléctrica significativa. La batería es recargada por el motor al funcionar, y en algunos sistemas también puede ser recargada por sistemas de recuperación de energía tales como el frenado regenerativo. Algunos vehículos **HEV** (por sus siglas en inglés) funcionan con este sistema.
 - iii. **Sistema vehicular de motores híbridos enchufable:** tienen un mecanismo de funcionamiento como el de los motores híbridos completos, aunque con una capacidad superior, al igual que mayor capacidad en sus baterías, permitiendo autonomía eléctrica a una determinada velocidad. Poseen un sistema de recarga mixto, por una parte, permiten la recarga a través del frenado regenerativo; adicional, permiten la carga externa a través de conectores de voltaje por suministro de electricidad doméstica o comercial, permitiendo un rango de desplazamiento autónomo adicional libre de consumo de combustible. Los vehículos **PHEV** (por sus siglas en inglés) funcionan con este sistema.
- **Motor de combustión modificado para mezclas de biocombustibles superiores:** Los motores de combustión en Colombia están diseñados para soportar mezclas de biocombustibles de E10 y B20 sin requerimiento de modificaciones en su sistema de combustión; sin embargo, para el uso de mezclas superiores de gasolina-bioetanol o diésel-biodiésel, se requiere vehículos con las modificaciones adecuadas en el sistema de alimentación y en determinadas piezas del motor.⁴ En adición, algunos países de Latinoamérica, como es el caso de Brasil, se ha incrementado el desarrollo de tecnologías de motor Total Flex para E100. Se evidencia que el mercado automotor se encuentra en transición y ruta de descarbonización, priorizando la fabricación de motores para combustibles de nueva generación por sobre la conversión de vehículos a combustión para admitir mezclas superiores de biocombustibles. En el mercado colombiano este tipo de vehículos son vendidos con el aviso “**Flex**”.⁵

⁴ Amarís, Johana & Manrique, Diego & Jaramillo, J. (2015). Biocombustibles líquidos en Colombia y su impacto en motores de combustión interna. Una revisión. Revista Fuentes el Reventón Energético. 13. 23-34. 10.18273/revfue.v13n2-2015003.

⁵ Federación Nacional de Biocombustibles – Fedebiocombustibles. (2023). Vademécum de los biocombustibles. Recuperado de: <https://fedebiocombustibles.com/wp-content/uploads/2023/05/VADEMECUM.pdf>

- **Motor eléctrico impulsado por celdas de combustible de hidrógeno:** es una variación del motor eléctrico donde el vehículo cuenta con un compartimiento de almacenamiento de hidrógeno de alta presión; este es canalizado hacia la pila de combustible donde se combina con el oxígeno para crear la reacción química que produce electricidad, la electricidad producida se almacena en baterías que brindan autonomía al vehículo, se identifican dentro de la herramienta como **FCEV**.

2.3. Agricultura orgánica y certificaciones en productos agrícolas

- **Agricultura orgánica:** La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema.⁶ (FAO, 1999).
- **La certificación en productos agrícolas:** La certificación es un procedimiento mediante el cual un tercero garantiza por escrito que un producto, proceso o servicio se ajusta a determinadas normas.⁷ (ISO, 1996). La certificación puede verse como una forma de comunicación a lo largo de la cadena de suministro. El certificado demuestra al comprador que el proveedor cumple con ciertos estándares, que pueden ser más convincentes que si el propio proveedor proporcionara la garantía. Estas reglas incluyen, por ejemplo, el uso de fertilizantes orgánicos, pesticidas o herbicidas en sus cultivos; no utilizar organismos genéticamente modificados (GMO, por sus siglas en inglés); no usar antibióticos ni hormonas de crecimiento en animales; y producir productos de acuerdo con las leyes ambientales nacionales.

⁶ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (Comisión del Codex Alimentarius). (1999). Organic Agriculture. Recuperado de: <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>

⁷ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. (2003). Environmental and Social Standards, Certification and Labelling for Cash Crops. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e07.htm#fn8>

3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LOS *PROXIES*

Para la elección de los sectores, actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales para el logro de objetivos ambientales priorizados para el desarrollo de los *proxies* (A4, T4, T5 y Uso del suelo), se realizaron las siguientes actividades de revisión bibliográfica a partir de los lineamientos establecidos por Climate Bonds Initiative y Ambire Global:

- Revisión de los principales hallazgos de los pilotos⁸ de implementación de la TVC con enfoque en la identificación de los sectores y actividades que fueron relevantes para las entidades bancarias; donde se evidenció mayor complejidad para la recolección de información técnica durante el proceso de originación de los créditos verdes.
- Revisión de experiencias internacionales en el desarrollo de *proxies* para sus Taxonomías con énfasis en información relacionada a la Taxonomía de la Unión Europea⁹ y la Taxonomía de Climate Bonds¹⁰.
- Revisión de documentación técnica para definir el proceso de estructuración de los *proxies* para los sectores y actividades económicas elegidas.

Entre los resultados obtenidos del proceso de los pilotos, se identificaron brechas de: nivel de estrategia, de nivel de originación, de nivel operacional de etiquetado verde y de nivel operacional de seguimiento. A escala general se evidenció, en todos los niveles, que no en todas las entidades bancarias existen equipos con la capacidad y disponibilidad técnica para abordar y dar seguimiento a los créditos verdes. A modo particular, en el nivel de originación resaltan brechas como: la dificultad de clientes interesados en líneas verdes de crédito para entregar información técnica ambiental dada la limitada disponibilidad de datos de calidad, estandarizados y de relevancia que permitan evaluación la alineación con la clasificación de los criterios y elegibilidad de la TVC; además, la limitada capacidad técnica al interior de las entidades bancarias para determinar información técnica requerida y su correcto análisis.

Con base en lo anterior, se determinó la priorización de tres sectores y cuatro actividades económicas para la realización de los *proxies*, relacionados a continuación:

- Sector Agua - Actividad A4: inversiones para el uso eficiente del agua para actividades agrícolas en cultivos priorizados (Aplicable para cultivos de arroz, café, cacao, maíz y caña de azúcar).
- Sector Transporte - Actividad T4: transporte interurbano de carga y pasajeros; Actividad T5: transporte del servicio particular.

⁸ Resultados de los Pilotos de Taxonomía Verde de Colombia (2023). Recuperado de: <https://www.superfinanciera.gov.co/loader.php?!Servicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=1066340>.

⁹ Estudio comparativo entre las taxonomías de Colombia y la Unión Europea (2023). Recuperado de: https://www.taxonomiaverde.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=/ConexionContent/WCC_CLUSTER-236642

¹⁰ Taxonomía de Climate Bonds. Recuperado de: <https://www.climatebonds.net/standard/taxonomy>

- Sector Uso del Suelo (agricultura, ganadería y forestería) – Buenas prácticas: Uso de suelo - Inversiones y prácticas para la transición hacia la agricultura ecológica, la ganadería y forestería sostenibles.

3.1. Sector Agua

La TVC contempla un **criterio de elegibilidad cuantitativo** para la actividad **A4 de inversiones para el uso eficiente del agua**; donde se busca el desarrollo de proyectos o actividades comparativos respecto a líneas base que garanticen una **reducción al menos del 20% de consumo anual de agua** para la actividad económica en cuestión.

El criterio de elegibilidad planteado dentro de la Taxonomía no se encuentra vinculado para su aplicación a un determinado sector económico del país, es un criterio transversal aplicable a actividades económicas, sectores económicos y/o proyectos interesados en alineación con la Taxonomía. El ejercicio de revisión de cartera durante los pilotos de implementación de la TVC en el sector bancario evidenció la limitada disponibilidad de la información técnica requerida y de documentación necesaria para confirmar la alineación de los aplicantes a créditos elegibles con este criterio de elegibilidad. Un caso puntual identificado es el de las actividades agrícolas (específicamente sistemas de riego) y su acceso a líneas de crédito diferenciales por mejora en las buenas prácticas agrícolas.

Para fines prácticos de aplicabilidad en el presente documento y partiendo de lo anterior, se determinó que un primer *proxy* de implementación del criterio de elegibilidad de la actividad A4 debía centrarse en el subsector agrícola y en el proceso de implementación de sistemas de riego que promovieran un uso eficiente y racional del recurso hídrico.

El sector agrícola depende intrínsecamente de la variabilidad ambiental y climática para establecer las condiciones óptimas de desarrollo de los cultivos, lo cual es crucial para determinar su cumplimiento con los criterios de elegibilidad en materia de eficiencia de aplicación de riego. Algunas de las variables a considerar son:

- Tipo de cultivo
- Hidrometeorología
- Tipo de suelo
- Pendiente del terreno
- Balance hídrico, entre otros.

Dicho esto, se realizó una revisión de literatura científica para identificar buenas prácticas agrícolas de optimización de consumo de agua mediante la transición de sistemas de riego tradicionales y/o artesanales a sistemas de riego con mayores eficiencias de aplicación hídrica. Se desarrolló una revisión para los cultivos de: arroz, café, cacao, maíz y caña de azúcar; dando especial atención a estos por su alto impacto en el consumo de agua.

El análisis cualitativo resultante comprende información sobre:

- El porcentaje de reducción de consumo de agua obtenido por datos de literatura
- Datos técnicos relevantes para la implementación de los sistemas de riego propuestos
- Datos de comercializadoras de dichos sistemas de riego
- El catálogo de algunas de ellas, asociado a tecnologías de reducción de consumo de agua mediante riego eficiente.

Dentro de la herramienta de implementación, el *proxy* que desarrolla el criterio de elegibilidad de la Actividad A4 con enfoque en el subsector agrícola se encuentra desarrollado en la hoja “A4. Tecnologías Agrícolas”. Corresponde a un listado de tecnologías de inversión para uso eficiente del agua en cinco (5) cultivos específicos (arroz, cacao, café, caña de azúcar y maíz). En este se presenta un tabulado con información teórica sobre la eficiencia de aplicación de los sistemas de riego eficientes propuestos y el porcentaje de reducción de consumo de agua teórico respecto a los sistemas de riego tradicionales a escala local para dicho cultivo. Se incluyen además otros datos como: información técnica relevante para colocación de los sistemas de riego eficientes propuestos, datos sobre empresas que comercializan dichas tecnologías a gran escala en el país, catálogos de productos y fuentes de información relacionadas a las tecnologías propuestas.

En el ámbito de aplicación, este ejercicio es de gran utilidad para entidades bancarias y financieras que se encuentren desarrollando líneas de crédito verdes con enfoque agrícola. Un claro ejemplo de aplicación es el ejercicio donde una institución bancaria recibe una solicitud de cliente que busca aplicar a una línea de crédito diferencial para instalación o reacondicionamiento de sistemas de riego, en los cuales buscan migrar del sistema de riego tradicional hacia los sistemas de riego eficientes relacionados en la herramienta; o donde se busque implementar nuevos sistemas de riego eficientes para alguno de los cultivos priorizado. En dichos casos la institución bancaria puede aplicar la información contenida en el *proxy* y brindar al usuario acceso a líneas diferenciales de crédito, si este está buscando acceder a un crédito para el sistema de riego eficiente priorizado para ese determinado cultivo dentro de la herramienta.

Nota: Para el caso presentado se hace necesario la confirmación de la adquisición del sistema de riego eficiente para el que se solicitó el crédito, su instalación en el cultivo para el que fue priorizado dentro del *proxy* y el análisis de balance hídrico de mínimo un año consecutivo desde la instalación del sistema de riego para confirmar los ahorros de agua respecto a una línea base previa (si había un sistema de riego existente) o una línea base teórica.

3.2. Sector Transporte

Como se relacionó previamente, durante el desarrollo de los pilotos de implementación de la TVC, se identificaron brechas para la aplicación de esta; entre otros, se identificó la necesidad de brindar insumos a las entidades bancarias, financieras y a los ciudadanos en general para la rápida de identificación de la

elegibilidad a una línea de crédito diferencial por el cumplimiento con lo contenido en los criterios de elegibilidad.

En específico para el sector transporte, se identificó que este se encuentra presente de manera transversal en todas las líneas de crédito existentes en las entidades bancarias participantes y que, la generación de listados de tecnologías de modos de transporte (nacionalizadas y disponibles de importación) que cumplieran con los criterios de elegibilidad de la Taxonomía, facilitarían el desarrollo de nuevas líneas de crédito y el proceso de descarbonización del sector transporte. Además, se identificó una brecha de información sobre la forma de desarrollar proyectos de transporte por vías no terrestres (férreo, fluvial y marítimo), dado que el desarrollo de transporte del país las últimas décadas se ha decantado al transporte de bienes y servicios principalmente por modos terrestres. Por lo anterior, se plantearon dos (2) metodologías:

- Desarrollo de herramientas de cálculo para abordar los criterios de elegibilidad de la actividad T4 referente a modos de transporte férreo (carga y pasajeros) y fluvial/marítimo (carga).
- Creación de listados de tecnologías para abordar las actividades T4 (sobre el transporte interurbano para carga y pasajeros) y T5 (sobre el transporte de servicio particular).

Dichas metodologías se explican con mayor detalle a continuación:

3.2.1. Transporte interurbano (carga y pasajeros) (T4)

La TVC contempla modos de transporte (terrestres, férreos y fluviales/marítimos) para el transporte interurbano de carga y pasajeros. La TVC plantea dentro de su **criterio de elegibilidad cualitativo** que las flotas de vehículos destinados al transporte intermunicipal fueren de carga o pasajeros, incluyendo transporte por: carretera, sistema férreo o fluvial/marítimo, con cero emisiones directas y/o que use biocombustibles líquidos o gaseosos sostenibles (garantizados por diseño tecnológico o por monitoreo continuo y verificado de terceros) son directamente elegibles.

Dada la variabilidad de modos de transporte se plantearon las metodologías listadas:

- i. Se desarrollaron dos listados de tecnologías de transporte (por carretera y férreo) con disponibilidad nacional y/o posibilidad de importación, que fueran **directamente elegibles bajo los criterios de elegibilidad** de la TVC.
- ii. Se desarrolló una herramienta comparativa de cálculo de emisiones GEI donde, a partir de los datos ingresados por el usuario relacionados a la tecnología de transporte a implementar (férrea o fluvial/marítima), **se estiman las emisiones de GEI** y se contrastan con el criterio de elegibilidad de la TVC, determinando su elegibilidad.

3.2.1.1. Tecnologías de transporte intermunicipal por carretera y/o sistema férreo

A partir de los criterios de elegibilidad de la TVC, se desarrollaron tablas descriptivas con tecnologías que cumplen el criterio de directa elegibilidad listado, contemplando tecnologías con disponibilidad nacional y/o posibilidad de importación para modos de transporte de carga y/o pasajeros por: carretera y sistema férreo.

Es necesario cumplir con los criterios de mantenimiento y gestión al final de la vida útil de los vehículos, de acuerdo con la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Los autobuses deben cumplir con el estándar Euro VI vigente para emisiones de gases de escape. Los motores diésel fabricados, ensamblados o importados deben respetar los límites máximos de emisión de contaminantes según las tecnologías Euro VI. La verificación se realizará utilizando el procedimiento del Ciclo Mundial de Conducción Armonizada¹¹.

La información contenida en las tablas se obtuvo mediante la verificación de marcas comerciales con tecnologías disponibles y revisión de fichas técnicas de los modelos vigentes. La fecha de revisión tuvo corte al mes de septiembre de 2023, resaltando que las tablas desarrolladas contemplan una muestra de las tecnologías disponibles en el mercado y que existe la probabilidad que a la fecha de consulta haya nuevas tecnologías que cumplan el criterio de elegibilidad. En cuanto a la actualización de este y los demás listados de tecnologías, estos son dependientes de actualización según lo cronogramas y planes de trabajo establecidos por la Mesa de Taxonomía de Colombia y sus directrices para la actualización del Toolkit de la TVC.

Tecnologías de transporte intermunicipal de carga y/o pasajeros por carretera

Se realizó verificación de marcas comerciales con presencia nacional que, a la fecha de corte, tuvieran disponibilidad de tecnologías, tanto de carga como para transporte de pasajeros, donde el sistema de motor fuera:

- Eléctrico BEV¹²
- Híbrido (gasolina-eléctrico HEV)¹³

¹¹ Los proxies planteados son un ejemplo de la aplicación de los criterios de elegibilidad plasmados en la TVC, actúan como una herramienta complementaria a la Taxonomía y no excluyen el cumplimiento de las demás secciones aplicables del documento, como: salvaguardas mínimas sociales, requisitos de cumplimiento (No Hacer Daño Significativo) o la normatividad legal aplicable vigente.

¹² **BEV:** (battery electric vehicle, por sus siglas en inglés) son vehículos de funcionamiento netamente eléctrico con almacenamiento de energía a través de baterías recargables

¹³ **HEV:** (hybrid electric vehicle, por sus siglas en inglés) son vehículos auto recargables con motor principal de combustión y soporte de un motor con sistema eléctrico y batería de menor tamaño que funciona como fuente de poder en momentos. El uso de la electricidad para el desplazamiento depende de la configuración de transmisión específica de cada tipo de motor.

- Flex fuel (FFV)¹⁴
- Biometano ^{15 16}
- Celdas de hidrógeno verde (FCEV)¹⁷

Adicional, se realizó el proceso de verificación mencionado para una muestra de marcas comerciales que contaran con tecnologías de dichas características con disponibilidad para importación. A partir de la información obtenida se desarrolló la pestaña “T4. Terrestre”, en la cual se presenta una tabla descriptiva que reúne 92 tecnologías, las cuales contienen la siguiente información:

- Marca comercial:** razón social del comercializador de la tecnología automotriz.
- Tipo de tecnología:** se refiere al tipo de motor de tracción, se incluyen tecnologías: BEV, HEV, Biometano, FFV e FCEV.
- Utilidad:** para carga, pasajeros o carga/pasajeros.
- Disponibilidad:** vehículos nacionalizados con disponibilidad para compra directa o vehículos disponibles para importación.
- Tipo de vehículo:** se incluyeron 20 categorías distintas de vehículos para transporte intermunicipal, entre las que se incluyen: autobuses, vanes, furgonetas, remolques, semirremolques, cabezotes, motocarros, camiones, entre otros.
- Referencia del vehículo:** se refiere al modelo específico de vehículo que cuenta con las características directamente elegibles del criterio de elegibilidad.
- Tipo de motor sustentable:** se refiere a tecnologías que dispongan de motores eléctricos o de celdas de combustible de hidrógeno verde. Brinda información específica relacionada a la ficha técnica del vehículo, dado que una misma referencia puede contar con diferentes motores disponibles y no todos son elegibles bajo la TVC. Esta tecnología da respuesta a al tipo de motor determinado por la Taxonomía Verde de Colombia como elegible¹⁸.
- Tipo de motor de combustión:** se refiere a tecnologías que disponen de motores de combustión como las tecnologías: HEV, biometano y FFV.

¹⁴ **FFV:** (Flex fuel vehicle, por sus siglas en inglés) son vehículos diseñados para funcionar con gasolina o mezcla de gasolina-etanol de hasta un 85% de etanol (E85). Poseen modificaciones en la maquinaria del motor de combustión para su normal funcionamiento, no presentan pérdidas de rendimiento y su funcionamiento es idéntico al de vehículos carburados tradicionales.

¹⁵ **Biometano:** es un gas combustible renovable que se obtiene a partir del biogás, tras someter a este último a un tratamiento conocido como “upgrading”. Su principal diferencia respecto al biogás es que el biogás como producto resultante contiene metano en un 40 a 70% (vol.) y dióxido de carbono en mayor proporción. El biometano a diferencia del biogás que contiene metano enriquecido en un 96% (vol.). El biometano posee características similares al gas natural, por ello puede ser inyectado a la red existente (REPSOL, s.f.).

¹⁶ Los vehículos incluidos como susceptibles de usar biogás son identificados comercialmente como vehículos GNV; sin embargo, para que sean elegibles dentro según el CTE de la TVC, estos deben estar impulsados con biometano.

¹⁷ **FCEV:** (fuel cell electric vehicle, por sus siglas en inglés) son vehículos que equipan un motor eléctrico que se alimenta a través de pilas de combustible que producen electricidad combinando el hidrógeno almacenado en celdas con el oxígeno del aire. Sus emisiones directas consisten en vapor de agua.

¹⁸ Algunos modelos no contaban con información suficiente del fabricante sobre: tipo de motor sustentable, tipo de motor de combustión, potencia máxima, autonomía, capacidad de carga y/o capacidad de pasajeros; dichas celdas fueron mantenidas en blanco.

- ix. **Potencia máxima:** se refiere a la capacidad más alta que consigue un vehículo para alcanzar su máxima velocidad, se presenta en la tabla respecto a caballos de fuerza (HP, por sus siglas en inglés) y por kilovatios (kW).
- x. **Autonomía:** corresponde la distancia máxima que puede recorrer el vehículo con un único ciclo de carga energético (km/recarga completa). Únicamente se incluyó información para tecnologías BEV e FCEV.
- xi. **Capacidad de carga:** cantidad de peso factible de transportar dentro del automotor (toneladas).
- xii. **Capacidad de pasajeros:** cantidad de personas que puede transportar el automotor, dada en número de pasajeros.

Tecnologías de transporte intermunicipal de carga y/o pasajeros por sistema férreo

A la fecha se evidenció que no se cuenta con marcas comerciales con disponibilidad directa para desarrollo de proyectos férreos a nivel nacional, por ello se realizó verificación de una muestra de fabricantes internacionales con tecnologías tanto eléctricas como impulsadas con hidrógeno. A partir de la información obtenida se desarrolló la pestaña “T4. Férreo”, en la cual se presenta una tabla descriptiva que reúne 50 tecnologías, las cuales contienen la siguiente información:

- i. **Marca comercial:** razón social del comercializador de la tecnología automotriz.
- ii. **Utilidad:** para carga, pasajeros o carga/pasajeros.
- iii. **Tipo de vehículo:** se incluyeron 3 categorías de sistemas férreos: locomotoras, locomotoras de alta potencia y locomotoras de alta velocidad.
- iv. **Referencia del vehículo:** se refiere al modelo específico de vehículo que cuenta con las características directamente elegibles del criterio de elegibilidad.
- v. **Tipo de motor sustentable:** se refiere a tecnologías que dispongan de motores eléctricos o de celdas de combustible de hidrógeno verde. Brinda información específica relacionada a la ficha técnica del vehículo, dado que una misma referencia puede contar con diferentes motores disponibles y no todos son elegibles bajo la TVC. Esta tecnología da respuesta a al tipo de motor determinado por la Taxonomía Verde de Colombia como elegible¹⁹.
- vi. **Transmisión eléctrica:** se incluyeron tres tipos de transmisión: a través de catenaria, almacenamiento por baterías y almacenamiento de combustible en techo por celdas de hidrógeno.
- vii. **Potencia máxima:** se refiere a la capacidad más alta que consigue un vehículo para alcanzar su máxima velocidad, se presenta en la tabla respecto a caballos de fuerza (HP, por sus siglas en inglés) y por kilovatios (kW).
- viii. **Velocidad máxima:** brinda información sobre la velocidad máxima que puede alcanzar la locomotora con carga máxima a una velocidad de desplazamiento constante, según datos del fabricante.

¹⁹ El material rodante férreo con generación de emisiones que cumple con dichos umbrales (transporte de carga o pasajeros) será elegible dentro de la Taxonomía hasta el año 2025, posterior a ello únicamente serán elegibles las tecnologías cero emisiones (Gobierno de Colombia, 2022).

- ix. **Peso locomotora:** brinda información sobre el peso que tiene la locomotora (en toneladas) de la referencia específica, según los datos del fabricante.
- x. **Longitud:** brinda información sobre la longitud del vehículo (en metros) teniendo en cuenta la información del fabricante.
- xi. **Altura máxima:** brinda información sobre la altura del vehículo (en metros) teniendo en cuenta la información del fabricante.

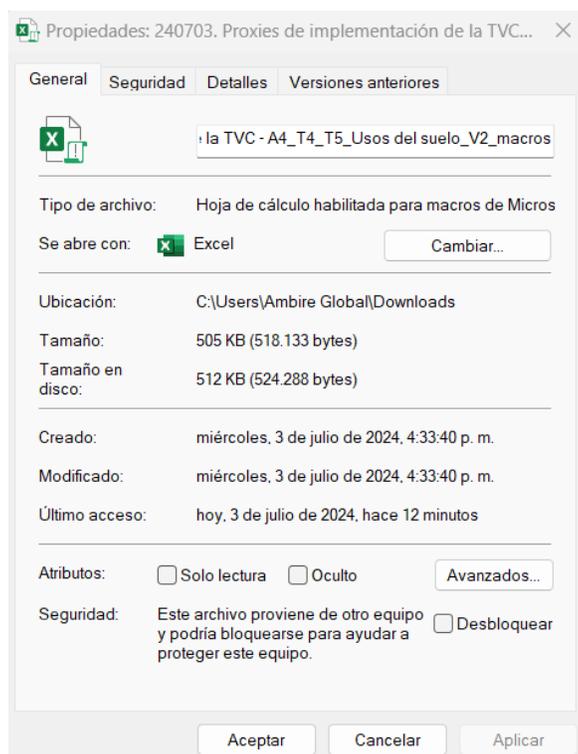
3.2.1.2. Herramienta de cálculo de emisiones de GEI para transporte férreo y fluvial/marítimo

La TVC estableció **criterios de elegibilidad cuantitativos** para determinar la elegibilidad de material rodante si están dentro del umbral establecido de: **25 $gCO_2e/t.km$** y **50 $gCO_2e/t.km$** para transporte férreo de carga y pasajeros respectivamente; y de una **reducción del 50% o superior de las emisiones respecto a un factor de referencia** para transporte fluvial/marítimo de carga. Posterior a la fecha únicamente será elegible material rodante con cero emisiones. Con base en esta información se desarrolló (en el año 2024 con una actualización de forma en el año 2025) una herramienta de cálculo para evaluar las emisiones de GEI en proyectos de transporte por modos: férreo, fluvial o marítimo.

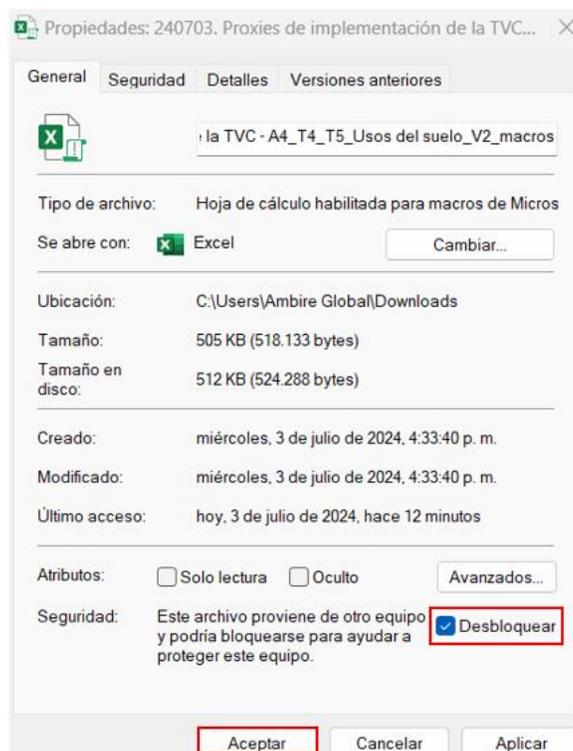
La calculadora presenta un diseño simple y compacto donde a partir de la selección de opciones y la digitación de datos simples, el usuario obtiene las emisiones de GEI equivalentes para una de las tres opciones posibles.

Como primer paso en el proceso de uso de la calculadora es importante que el usuario habilite la ejecución de macros de Excel, ya que sin estas la herramienta de cálculo no podrá ser ejecutada. Un proceso simple para habilitar las macros se puede realizar posterior a la descarga del archivo con los pasos mostrados a continuación:

1. Dar clic derecho sobre el nombre del archivo desde su ordenador, se desplegará un menú de opciones.
2. De clic en “Propiedades” o siga el comando “Alt+Enter”, se desplegará una nueva ventana.



3. En la parte inferior habilite la opción “desbloquear” y de clic en el botón aceptar.



- Al abrir el documento verá el siguiente mensaje en la parte superior de la herramienta, de clic en el botón “habilitar edición”.

VISTA PROTEGIDA Tenga cuidado: los archivos de Internet pueden contener virus. Si no tiene que editarlo, es mejor que siga en Vista protegida. Habilitar edición

A continuación, se presenta el esquema general de la herramienta, posteriormente se ahondará en los detalles técnicos de cada una de las opciones:

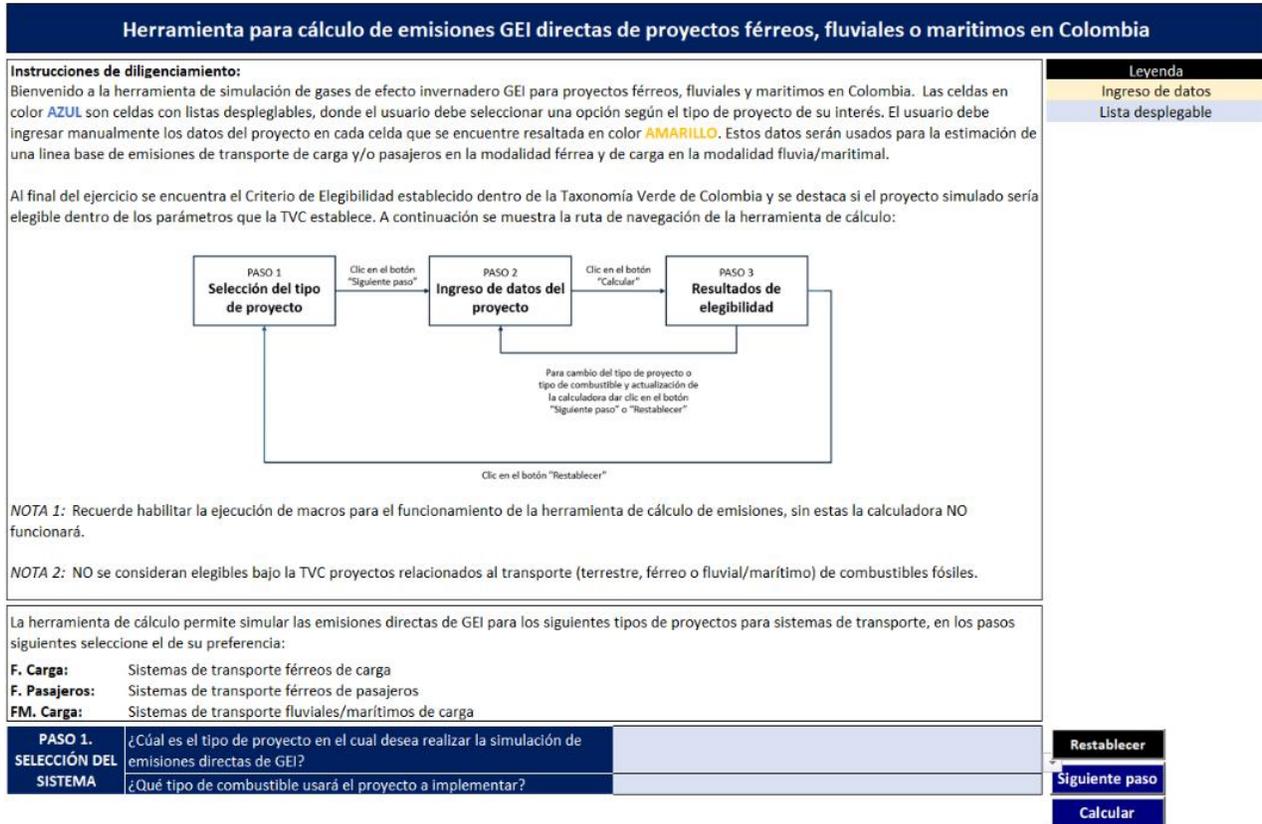


Figura 3. Vista general de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas para proyectos de transporte férreos, fluviales o marítimos

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta consta de tres pasos para el cálculo de emisiones GEI equivalentes para uno de los tres tipos de sistemas posibles.

En el primer paso se solicita al usuario seleccionar el tipo de proyecto a simular entre las siguientes opciones:

Tabla 2. Clasificación de los sistemas de transporte posibles de simular a través de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas

F. Carga:	Sistemas de transporte férreos de carga
F. Pasajeros:	Sistemas de transporte férreos de pasajeros
FM. Carga:	Sistemas de transporte fluviales/marítimos de carga

Lo siguiente es la selección del tipo de combustible que usará el proyecto a implementar, cada uno de los sistemas tiene los siguientes tipos de tracción posibles:

Tabla 3. Combustibles disponibles para cada una de las opciones posibles de transporte en la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas

Tipo de sistema de transporte	Opciones de combustible disponibles en la herramienta de cálculo
F.Carga	Diésel B10
	Híbrido (Diésel B10 - eléctrico)
F.Pasajeros	Diésel B10
	Híbrido (Diésel B10 - eléctrico)
FM.Carga	Diésel B10
	Diésel marino
	Gasoil
	Gasolina
	Híbrido (Diésel B10 - eléctrico)
	Híbrido (Diésel marino - eléctrico)
	Híbrido (Gasoil - eléctrico)
	Híbrido (Gasolina - eléctrico)

Posterior a la selección de las opciones de cálculo, el usuario debe dar clic en el botón “Siguiente paso” para que la herramienta actualice los campos del segundo paso. Los datos de ingreso contemplados en el segundo paso, al igual que los resultados presentados en el tercer paso, son específicos para cada tipo de sistema de transporte y se detallan en las secciones a continuación:

Herramienta de cálculo de emisiones GEI para proyectos de transporte férreo (carga y pasajeros)

En el segundo paso, la herramienta de Excel en la pestaña “Calculadora T4”. *Férreo* solicita al usuario diligenciar cuatro datos de entrada generales para ambos sistemas de transporte los cuales se describen a continuación²⁰:

²⁰ Los datos solicitados son los parámetros de cálculo establecidos por el desarrollador y son de obligatoria digitación para el funcionamiento de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas; la calculadora no cuenta con supuestos de cálculo para

- i. **Ruta:** Información sobre el trayecto que recorrerá el proyecto férreo que se propone instalar. Este dato es únicamente informativo y funciona como guía al usuario respecto a que la herramienta de cálculo evalúa viajes unidireccionales (no rutas ida y vuelta) y contemple este dato en el siguiente apartado.
- ii. **Número de viajes anuales:** la cantidad total de viajes unidireccionales realizados durante un año por el proyecto a instalar (número de viajes unidireccionales anuales).
- iii. **Kilómetros recorridos por viaje:** distancia total del trazado que se prevé requiere el proyecto para el desplazamiento en la ruta propuesta (km/viaje).
- iv. **Galones de diésel consumidos por viaje:** volumen de combustible que se estima será el requerido para realizar cada uno de los trayectos unidireccionales (gal/viaje).

Además de los datos generales señalados previamente, dependiendo del tipo de sistema de transporte seleccionado (F. Carga o F. Pasajeros) la herramienta solicitará uno de los siguientes datos:

- v. **Toneladas transportadas por viaje²¹:** peso máximo de la carga que se espera transporte el proyecto a implementar por viaje unidireccional realizado (t/viaje), se habilita únicamente para F. Carga y posterior a dar clic en el botón “Siguiete paso”.
- vi. **Número de pasajeros transportados por viaje:** número máximo de pasajeros que se espera transporte el proyecto a implementar por viaje unidireccional realizado (no. Pasajeros/viaje), se habilita únicamente para F. Pasajeros y posterior a dar clic en el botón “Siguiete paso”.

Los datos señalados anteriormente son de **obligatoria digitación para el funcionamiento de la herramienta de cálculo**. Por último, si dentro del primer paso el usuario seleccionó como combustible una opción híbrida también se solicitará al usuario la siguiente información dentro del segundo paso:

- vii. **Kilovatios hora de energía consumida por viaje:** cantidad de kilovatios hora que se espera consuma el sistema de transporte seleccionado en la modalidad híbrido por viaje unidireccional realizado (kWh/viaje), se habilita únicamente si el usuario seleccionó la opción de combustible híbrido y posterior da clic en el botón “Siguiete paso”.

Posterior a la digitación de la totalidad de la información el usuario debe dar clic en el botón “Calcular” para obtener los resultados de la comparación respecto a los criterios de elegibilidad de la TVC.

Para el cálculo de emisiones equivalentes se determinó el uso de factores de emisión (FE) incluidos en la Calculadora de Emisiones de Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), diseñada por

funcionar sin los datos solicitados. El desarrollador establece dichos datos como criterios mínimos que se deben conocer los desarrolladores de un proyecto o los aplicantes a créditos verdes interesados en este tipo de sistemas.

²¹ No se consideran elegibles bajo la TVC proyectos relacionados al transporte (terrestre, férreo o fluvial/marítimo) de combustibles fósiles.

la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), en su versión del año 2016, en la relacionados a los siguientes gases de efecto invernadero:

- Dióxido de carbono (CO_2) (unidades de: $kg\ CO_2/ gal$)
- Metano (CH_4) (unidades de: CH_4/ gal)
- Óxido nitroso (N_2O) (unidades de: N_2O/ gal)

Las ecuaciones para el cálculo de las emisiones equivalentes por viaje generadas en la combustión de diésel siguen la metodología planteada por el IPCC²² con el fin de realizar la conversión a dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) de aquellos gases diferentes a dióxido de carbono. El proceso de conversión a unidades de CO_{2e} se señala en la ecuación 4 y consiste en multiplicar las emisiones de cada gas por su potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés), el cual fue tomado de la tabla 11 de los factores de emisión de la EPA para el año 2023²³.

Ecuación 1

$$\text{Emisiones } CO_2 \text{ por viaje} = \frac{FE_{CO_2} * \text{galones diésel B10 consumidos}}{\text{toneladas o pasajeros} \cdot \text{kilometro transportadas}}$$

Ecuación 2

$$\text{Emisiones } CH_4 \text{ por viaje} = \frac{FE_{CH_4} * \text{galones diésel B10 consumidos}}{\text{toneladas o pasajeros} \cdot \text{kilometro transportadas}}$$

Ecuación 3

$$\text{Emisiones } N_2O \text{ por viaje} = \frac{FE_{N_2O} * \text{galones diésel B10 consumidos}}{\text{toneladas o pasajeros} \cdot \text{kilometro transportadas}}$$

Ecuación 4

$$\text{Emisiones } GEI \text{ por viaje}_{diésel\ B10} = (\text{Emisiones } CO_2) + (25 * \text{Emisiones } CH_4) + (298 * \text{Emisiones } N_2O)$$

Para el factor de emisión de electricidad se usaron los datos proyectados para el año 2021 incluidos en la Calculadora de Emisiones de Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), diseñada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), en su versión del año 2014.

²² IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

²³ EPA, 2023. Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories Hub. Recuperado de: <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>

La ecuación para el cálculo de emisiones por viaje en la fracción de operación eléctrica de un sistema híbrido²⁴ se presenta a continuación:

Ecuación 5

$$Emisiones\ GEI\ por\ viaje_{eléctrico} = \frac{FE_{electricidad} * kilovatios\ hora\ consumidos}{toneladas\ o\ pasajeros . kilometro\ transportadas}$$

Ecuación 6

$$Emisiones\ GEI\ por\ viaje_{híbrido} = Emisiones\ GEI\ por\ viaje_{diésel\ B10} + Emisiones\ GEI\ por\ viaje_{eléctrico}$$

Todos los cálculos son realizados con las unidades métricas presentadas anteriormente. En el tercer paso donde se presentan los resultados, se realiza la conversión del resultado final de emisiones a unidades métricas de gramos de dióxido de carbono ($g\ CO_{2e}$) para la comparación lineal con el CTE de la TVC.

Finalmente, la herramienta contrasta las emisiones totales por viaje con el CTE. A continuación, se visualiza la comparación de la calculadora de emisiones para sistemas de transporte férreo de carga (figura 4) y de pasajeros (figura 5) respecto al CTE y determinar su elegibilidad bajo la TVC.

PASO 1. SELECCIÓN DEL SISTEMA	¿Cuál es el tipo de proyecto en el cual desea realizar la simulación de emisiones directas de GEI?	F.Carga
	¿Qué tipo de combustible usará el proyecto a implementar?	Diésel B10
PASO 2. DATOS DEL PROYECTO	Digite la ruta de transporte del proyecto (ORIGEN - DESTINO)	Bogotá - Cali
	Número de viajes a realizar por año	360 viajes unidireccionales anuales
	Kilómetros recorridos por viaje	468 km/viaje
	Toneladas transportadas por viaje	1300 t/viaje
	Galones de combustible consumidos por viaje	1000 gal/viaje
PASO 3. RESULTADOS	Emisiones directas por viaje	20,24 gCO _{2e} /t.km
	Criterio de elegibilidad en la Taxonomía Verde de Colombia	25 g CO _{2e} /t.km
	¿El proyecto se alinea con la Taxonomía Verde de Colombia?	EL PROYECTO ES LEGIBLE BAJO LA TVC

Figura 4. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas férreos de carga.

Fuente: Elaboración propia.

²⁴ Las emisiones por viaje de sistemas híbridos (diésel-eléctrico) son el resultado de la suma de las emisiones relacionadas al consumo por tracción diésel y eléctrica del sistema híbrido, respectivamente y se reflejan en la columna de “emisiones totales por viaje”.

PASO 1. SELECCIÓN DEL SISTEMA	¿Cuál es el tipo de proyecto en el cual desea realizar la simulación de emisiones directas de GEI?	F.Pasajeros
	¿Qué tipo de combustible usará el proyecto a implementar?	Diésel B10
PASO 2. DATOS DEL PROYECTO	Digite la ruta de transporte del proyecto (ORIGEN - DESTINO)	Bogotá - Cali
	Número de viajes a realizar por año	360 viajes unidireccionales anuales
	Kilómetros recorridos por viaje	468 km/viaje
	Pasajeros transportados por viaje	42 pasajeros/viaje
	Galones de combustible consumidos por viaje	82 gal/viaje
PASO 3. RESULTADOS	Emisiones netas por viaje	51,38 gCO2e/p.km
	Criterio de elegibilidad en la Taxonomía Verde de Colombia	50 gCO2e/p.km
	¿El proyecto se alinea con la Taxonomía Verde de Colombia?	EL PROYECTO NO ES ELEGIBLE BAJO LA TVC

Figura 5. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas férreos de pasajeros.

Fuente: Elaboración propia.

Calculadora de emisiones GEI para proyectos de transporte fluvial/marítimo (carga)

En el segundo paso, la herramienta solicita al usuario diligenciar seis datos de entrada generales para ambos sistemas de transporte los cuales se describen a continuación²⁰:

- i. **Ruta:** Información sobre el trayecto que recorrerá el proyecto férreo que se propone instalar. Este dato es únicamente informativo y funciona como guía al usuario respecto a que la herramienta de cálculo evalúa viajes unidireccionales (no rutas ida y vuelta) y contemple este dato en el siguiente apartado.
- ii. **Número de viajes anuales:** la cantidad total de viajes unidireccionales realizados durante un año por el proyecto a instalar (número de viajes unidireccionales anuales).
- iii. **Kilómetros recorridos por viaje:** distancia total del trazado que se prevé requiere el proyecto para el desplazamiento en la ruta propuesta (km/viaje).
- iv. **Toneladas transportadas por viaje:** peso máximo de la carga que se espera transporte el proyecto a implementar por viaje unidireccional realizado (t/viaje).
- v. **Galones consumidos por viaje:** volumen de combustible que se estima será el requerido para realizar cada uno de los trayectos unidireccionales (gal/viaje).
- vi. **Tipo de navegación:** es una lista desplegable donde el usuario debe seleccionar si el sistema de transporte que busca simular es de tipo fluvial o marítimo.

Los datos señalados anteriormente son de **obligatoria digitación para el funcionamiento de la herramienta de cálculo**. Adicional, la herramienta permite al usuario digitar otros dos datos, los cuales no son dependientes para el funcionamiento de la herramienta:

- vii. **Tipo de carga:** corresponde a una lista desplegable donde se relacionan los tipos de carga a transportar, se contemplan las siguientes opciones: contenedores, Ro-Ro, A granel (bulkcarrier) y fletamento.

- viii. **Características de la embarcación:** corresponde a la consideración del tamaño de la embarcación que puede ser: embarcación menor (<25 toneladas) o embarcación mayor (>25 toneladas).

Por último, si dentro del primer paso el usuario seleccionó como combustible una opción híbrida también se solicitará al usuario la siguiente información dentro del segundo paso:

- ix. **Kilovatios hora de energía consumida por viaje:** cantidad de kilovatios hora que se espera consuma el sistema de transporte seleccionado en la modalidad híbrido por viaje unidireccional realizado (kWh/viaje), se habilita únicamente si el usuario seleccionó la opción de combustible híbrido y posterior a dar clic en el botón “Siguiendo paso”.

Posterior a la digitación de la totalidad de la información el usuario debe dar clic en el botón “Calcular” para obtener los resultados de la comparación respecto a los criterios de elegibilidad de la TVC.

Para el cálculo de emisiones de sistemas fluviales de carga se siguieron las mismas consideraciones del sistema férreo: conversiones de unidades para resultados, metodología y ecuaciones. Los factores de emisión para cada uno de los combustibles (diésel B10, diésel marino, gasoil y gasolina) para todos los gases (CO_2 , CH_4 y N_2O) fueron tomados de los incluidos en la Calculadora de Emisiones de Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), diseñada por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), en su versión del año 2016. El factor de emisión de la electricidad fue tomado para el último año registrado (2021) de la misma fuente (FECOC), calculadora versión del año 2014.

La TVC establece como CTE que el proyecto fluvial/marítimo planteado garantice la **reducción de las emisiones en un 50% o superior respecto a un factor de referencia de transporte de servicio pesado**. Para el presente desarrollo se estableció que la comparación del CTE se realizaría respecto al mejor dato disponible en la actualidad, el cual fue el factor de referencia de emisiones de transporte marítimo de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés). Dicho factor fue publicado por la Agencia en el año 2017 y corresponde al dato más reciente, datado para el 2014. Para sistemas de transporte marítimo de carga la herramienta de cálculo utiliza el factor de referencia “maritime” que corresponde a $135.83 \text{ g } CO_{2e}/t. \text{ km}$; para sistemas de transporte fluvial de carga se utiliza el factor de referencia “inland waterway” que corresponde a $50.62 \text{ g } CO_{2e}/t. \text{ km}$ ²⁵.

Finalmente, la herramienta contrasta las emisiones totales por viaje con el CTE a través de la evaluación del porcentaje de reducción de emisiones (ecuación 7); y señala si el proyecto cumple con el criterio de elegibilidad bajo los parámetros de la TVC.²⁶

²⁵ European Environment Agency - EEA (2017). Specific CO2 emissions per tonne. Recuperado de: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-chart_1

²⁶ En la columna “porcentaje de reducción de emisiones”, los resultados negativos relacionan la reducción de emisiones respecto al factor de emisión de referencia de la EEA, mientras que los resultados positivos implican emisiones superiores al factor de emisión de referencia de la EEA.

Ecuación 7

$$\% \text{ de reducción de emisiones} = \frac{\text{Emisiones totales por viaje} - \text{Factor de referencia EEA}}{\text{Factor de referencia EEA}} * 100$$

A continuación, se visualiza la comparación de la herramienta de cálculo de emisiones GEI directas para sistemas de transporte fluvial de carga (figura 6) y marítimo de carga (figura 7) respecto al criterio de elegibilidad para determinar su elegibilidad bajo la TVC.

PASO 1. SELECCIÓN DEL SISTEMA	¿Cuál es el tipo de proyecto en el cual desea realizar la simulación de emisiones directas de GEI?	FM.Carga
	¿Qué tipo de combustible usará el proyecto a implementar?	Gasoil
PASO 2. DATOS DEL PROYECTO	Digite la ruta de transporte del proyecto (ORIGEN - DESTINO)	
	Número de viajes a realizar por año	80 viajes unidireccionales anuales
	Kilómetros recorridos por viaje	926 km/viaje
	Toneladas transportadas por viaje	7000 t/viaje
	Galones de combustible consumidos por viaje	20000 gal/viaje
	Tipo de navegación	Fluvial
	Tipo de carga	A granel (Bulkcarrier)
	Características de la embarcación	Embarcación menor (< 25 ton)
PASO 3. RESULTADOS	Emisiones directas por viaje	38,08 gCO2e/t.km
	Factor de referencia de emisiones de transporte fluvial	50,62 gCO2e/t.km
	Porcentaje de diferencia respecto al factor de referencia	-25%
	¿El proyecto se alinea con la Taxonomía Verde de Colombia?	EL PROYECTO ES ELEGIBLE BAJO LA TVC

Figura 6. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas fluviales de carga.

Fuente: elaboración propia.

PASO 1. SELECCIÓN DEL SISTEMA	¿Cuál es el tipo de proyecto en el cual desea realizar la simulación de emisiones directas de GEI?	FM.Carga
	¿Qué tipo de combustible usará el proyecto a implementar?	Gasoil
PASO 2. DATOS DEL PROYECTO	Digite la ruta de transporte del proyecto (ORIGEN - DESTINO)	
	Número de viajes a realizar por año	25 viajes unidireccionales anuales
	Kilómetros recorridos por viaje	2500 km/viaje
	Toneladas transportadas por viaje	54000 t/viaje
	Galones de combustible consumidos por viaje	1500000 gal/viaje
	Tipo de navegación	Marítimo
	Tipo de carga	Ro-Ro
	Características de la embarcación	Embarcación mayor (> 25 ton)
PASO 3. RESULTADOS	Emisiones netas por viaje	137,14 gCO2e/t.km
	Factor de referencia de emisiones de transporte marítimo	135,83 gCO2e/t.km
	Porcentaje de diferencia respecto al factor de referencia	1%
	¿El proyecto se alinea con la Taxonomía Verde de Colombia?	EL PROYECTO NO ES ELEGIBLE BAJO LA TVC

Figura 7. Ejemplo del funcionamiento de la calculadora de emisiones para proyectos de sistemas marítimos de carga.

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Transporte de servicio particular (T5)

La TVC según sus CTE establece que los vehículos o las embarcaciones para el transporte particular con cero emisiones directas (p. ej: electricidad o hidrógeno bajo en carbono) son elegibles directamente y que las flotas de vehículos híbridos serán elegibles sólo hasta el año 2025. Según estos CTE, se realizó verificación

de marcas comerciales con presencia nacional que, a la fecha de corte, tuvieran disponibilidad de tecnologías para el transporte particular, donde el sistema de motor fuera: eléctrico BEV, híbrido (gasolina-eléctrico HEV o PHEV),²⁷ o por medio de celdas de hidrógeno verde FCEV. Adicional, se realizó una verificación para una muestra de marcas comerciales que contaran con tecnologías de dichas características con disponibilidad para importación. A partir de la información obtenida se desarrolló una tabla descriptiva que se encuentra en la pestaña de la herramienta de Excel llamada “T5. Particulares”, la cual reúne 131 tecnologías, para las que se identificó la siguiente información:

- i. **Marca comercial:** razón social del comercializador de la tecnología automotriz.
- ii. **Tipo de tecnología:** se refiere al tipo de motor de tracción, se incluyen tecnologías: BEV, HEV, PHEV e FCEV.
- iii. **Disponibilidad:** vehículos nacionalizados con disponibilidad para compra directa, disponibles para importación o vehículos en estado prototipo con disponibilidad comercial²⁸.
- iv. **Tipo de combustible:** se incluyen tres modalidades: vehículos cero emisiones (eléctricos e impulsados por hidrógeno verde) y vehículos híbridos²⁹.
- v. **Tipo de vehículo:** se incluyeron 9 categorías de vehículos.
- vi. **Referencia del vehículo:** se refiere al modelo específico de vehículo que cuenta con las características directamente elegibles del criterio de elegibilidad.
- vii. **Tipo de motor sustentable** se refiere a tecnologías que dispongan de motores eléctricos o de celdas de combustible de hidrógeno verde **Error! Bookmark not defined..**
- viii. **Tipo de motor de combustión:** se refiere a tecnologías que disponen de motores de combustión como las tecnologías: HEV Y PHEV.
- ix. **Potencia máxima:** se refiere a la capacidad más alta que consigue un vehículo para alcanzar su máxima velocidad, se presenta en la tabla respecto a caballos de fuerza (HP, por sus siglas en inglés) y por kilovatios (kW).
- x. **Autonomía:** corresponde la distancia máxima que puede recorrer el vehículo con un único ciclo de carga energético (km/recarga completa). Únicamente se incluyó información para tecnologías BEV e FCEV.
- xi. **Emisiones:** se presenta la estimación de emisiones de los modelos que tienen motores híbridos que cuentan con dicha información. Adicional, se relaciona que los vehículos impulsados por celdas de hidrógeno serán elegibles siempre y cuando el hidrógeno provenga de una fuente renovable.

²⁷ **PHEV:** (plug-in hybrid electric vehicle, por sus siglas en inglés) son vehículos híbridos que combinan un motor de combustión con un motor eléctrico enchufable. Representan la transición entre los modelos híbridos HEV a modelos eléctricos BEV. Poseen baterías de mayor tamaño para brindar mayor autonomía al vehículo, permitiendo que este se impulse, dependiendo la capacidad del motor, únicamente con electricidad.

²⁸ Es relevante destacar que la fecha de corte de verificación de fichas técnicas y disponibilidad de las tecnologías en el mercado nacional fue a septiembre de 2023. A la fecha de consulta podrían existir nuevas tecnologías en el mercado y otras podrían estar descontinuadas respecto a su comercialización.

²⁹ La TVC establece que las flotas de vehículos híbridos serán elegibles sólo hasta el año 2025.

3.3. Sectores del Uso del suelo

La Taxonomía Verde de Colombia contempla para el sector de AFOLU (Agricultura, Forestería y Uso de suelo) la aplicación de requisitos de cumplimiento y prácticas elegibles a través de su clasificación entre: **prácticas básicas, intermedias y avanzadas**. Los *proxies* asociados a uso de suelo (agricultura, ganadería y forestería) se desarrollaron con base en la identificación de certificaciones sobre el uso de suelo a nivel internacional y a nivel nacional en los sectores que exigen el cumplimiento de aquellas prácticas estipuladas por la Taxonomía. Estas se encuentran en la pestaña “Certificaciones Uso del Suelo” de la herramienta de Excel.

Para la identificación de las certificaciones a nivel internacional se utilizó como base la alineación de los criterios establecidos dentro de la metodología desarrollada por Climate Bonds para los *proxies* de la Taxonomía de Singapur; el cual se orienta a las mejores prácticas internacionales para el sector AFOLU. Dicho estudio establece una serie de certificaciones que, debido a sus criterios de cumplimiento, cumplen a su vez con lo establecido por la Taxonomía. Dicha metodología resulta pertinente y comparable debido a la interoperabilidad de las taxonomías a nivel mundial y el enfoque común que existe entre esta, la TVC y la Taxonomía de la Unión Europea.

Para la identificación de certificaciones a nivel nacional, se realizó una investigación de información secundaria sobre certificaciones para los sectores de AFOLU, a través de la cual se encontraron dos certificaciones principales:

- Sello Ambiental Colombiano (SAC)³⁰
- Sello Alimento Ecológico³¹

Del mismo modo, se evaluaron e integraron otras certificaciones reconocidas a nivel internacional que permiten hacer la validación y el cumplimiento de las prácticas elegibles establecidas en la TVC, entre otras se encuentran:

- USDA certification³²
- IFOAM³³
- Fairtrade³⁴

Una vez identificadas las certificaciones que se encuentran en el mercado, se compararon estas certificaciones con los objetivos ambientales que plantea la TVC, con el fin de establecer la pertinencia de la certificación para el cumplimiento de los objetivos priorizados en la Taxonomía. La identificación de los objetivos ambientales se realizó a través de la comparación entre lo planteado en la Taxonomía para cada

³⁰ [Sello Ambiental Colombiano SAC - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible \(minambiente.gov.co\)](#)

³¹ [Sello de Alimento Ecológico – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural](#)

³² [USDA Organic](#)

³³ [IFOAM](#)

³⁴ [Certification – Fairtrade America](#)

uno de los objetivos ambientales y lo establecido en los marcos teóricos de las certificaciones identificadas. Para cada una de las certificaciones se estableció si cumplía o no con los cinco objetivos planteados en la Taxonomía para su Capítulo 3 (Contribución a cinco objetivos ambientales en tres sectores de la economía – Gestión ambiental transversal en el uso del suelo) a través de una “X” en caso de cumplir y un espacio en blanco en caso de no cumplir.

Luego de esto, se realizó un análisis de cada uno de los requisitos de cumplimiento e indicadores de seguimiento de cada certificación y estos fueron evaluados frente a las prácticas elegibles de la TVC, para cada sector de uso del suelo, o en caso de que aplique para una actividad específica y mediante esto se generó la tabulación presentada en la pestaña “Certificaciones Uso del suelo” presentada dentro de la Herramienta de implementación.

Con esta evaluación se buscó equiparar los requisitos y umbrales de las certificaciones con los lineamientos establecidos en la Taxonomía. Esta comparación posibilita obtener la información técnica de manera más ágil y clara, para definir así la clasificación de actividades dentro de la TVC asegurando su cumplimiento.

Cada una de las certificaciones listadas tienen requisitos específicos para su obtención, verificación y renovación. Son estos los que garantizan que aquel productor, que obtenga la certificación y logre su mantenimiento, se encuentre alineado con lo estipulado en la Taxonomía; por ello el productor debe cumplir a cabalidad con todos los requisitos de la certificación.

En el momento en que el productor deje de tener la certificación vigente no es posible validar que se encuentra elegible y alineado respecto a lo contenido en el presente proxy, dado que es requisito la tenencia y cumplimiento de todos los requisitos de la certificación para que el *proxy* pueda confirmar que se está elegible de acuerdo con lo establecido en la TVC.

En el ámbito de aplicación para entidades financieras y bancarias, este ejercicio es de gran utilidad para entidades que se encuentren desarrollando líneas de crédito verdes con enfoque en sector AFOLU relacionadas a la consecución de certificaciones de su actividad económica (específicamente en los sectores de agricultura, ganadería y/o forestería). El *proxy* brinda la claridad técnica sobre las certificaciones que a la fecha de realización se encuentran alineadas con las buenas prácticas e inversiones que promueven la agricultura ecológica y la ganadería/forestería sostenible. Siendo así, se pueden establecer nuevas líneas de crédito verde enfocadas en las certificaciones relacionadas que faciliten el acceso al crédito de aquellos productores interesados en certificar su producción con alguna de las certificaciones contenidas en el *proxy*.

4. RESULTADOS – PRIMEROS *PROXIES* DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TVC

A continuación, se listan los *proxies* formulados para cada sector y actividad seleccionada. La información relacionada a cada uno de estos se encuentra detallada en la herramienta de implementación de *proxies* de la TVC.

4.1. Sector Suministro y tratamiento de agua – Inversiones para el uso eficiente del agua (A4)

Tabla 4. Tecnologías de inversión para uso eficiente del agua en el sector agrícola³⁵

CULTIVO	OPCIONES DE SISTEMAS DE RIEGO	REDUCCIÓN CONSUMO DE AGUA
Arroz	Sistema de riego superficial por gravedad (surcos)	HASTA EL 23% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Arroz	Sistema de riego intensivo de cultivo de arroz (SICA)	HASTA EL 83% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Arroz	Sistema de producción de arroz bajo cubierta vegetal-plasticultura (GCRPS, por sus siglas en inglés)	HASTA EL 67.3% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Arroz	Sistema de intermitencia de riego - humedad y secado (AWD, por sus siglas en inglés)	HASTA EL 21.6% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Arroz	Sistema de riego bajo saturación del suelo	HASTA EL 62% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Arroz	Sistema de riego por aspersión de pivote central	HASTA EL 60% respecto a riego por inundación (eficiencia hídrica: 0.55 kg/m ³)
Cacao	Sistema de riego por goteo	HASTA EL 50% respecto a riego por inundación

³⁵ **Nota:** la Tabla 4 es una referencia de las tecnologías de inversión para el uso eficiente del agua para el sector agrícola en Colombia, esta no es taxativa.

Cacao	Sistema de riego por goteo	HASTA EL 30% respecto a riego por aspersión
Café	Sistema de riego por goteo	HASTA EL 30%
Caña de azúcar	Sistema de riego por goteo subterráneo con fertirriego	HASTA EL 50% usando mantos acuíferos, respecto a riego por gravedad
Maíz	Sistema de riego por goteo subterráneo (SDI) para operaciones a gran escala Sistema de riego por goteo superficial para producción a pequeña y mediana escala	HASTA EL 50%

4.2.Sector Transporte - Transporte interurbano (carga y pasajeros) terrestre (T4)

Tabla 5. Tecnologías de transporte Terrestre de carga y/o pasajeros que cumplen con el criterio de elegibilidad de la TVC^{36,37}

MARCA	UTILIDAD	TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE COMBUSTIBLE	REFERENCIA DEL VEHÍCULO
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS DOS PISOS	Eléctrico	HFF6120GSEV-3A
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	HFF6129G03EV6
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	HFF6124G03EV32
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	HFF6109G03EV16
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	HFF6855G03EV1
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6800G03EV79
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6650GEV32
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6600GEV2

³⁶ **Nota 1:** la Tabla 5 es una referencia de las tecnologías de transporte Terrestre de carga y/o pasajeros que cumplen con el criterio de elegibilidad de la TVC en Colombia, esta no es taxativa.

³⁷ **Nota 2:** las referencias mencionadas en esta tabla están sujetas a cambios conforme a las actualizaciones de la TVC y las dinámicas del mercado.

ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6600GEV2
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6113KEV2
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	HFF6829KEV
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6821KEV1
ANKAI	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	HFF6710BEV
ANKAI	Pasajeros	AUTOBÚS	Hidrógeno Verde	Hydrogen fuel bus
AUTECO	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	STARK E-CARGO 4.0T
BYD	Carga	VAN CARGA	Eléctrico	T3 EV
BYD	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	T5 EV
BYD	Pasajeros	VAN CARGA	Eléctrico	M3 EV
BYD	Carga	CABEZA TRACTORA	Eléctrico	Q1M
BYD	Cargas y pasajeros	VAN PASAJEROS	Eléctrico	VAN PASAJEROS
BYD	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	K9
BYD	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	C9
BYD	Pasajeros	BÚS ARTICULADO	Eléctrico	K11A
BYD	Carga	CAMIÓN	Gasolina/Eléctrico	T3
CERONTE	Carga	MOTOCARRO	Eléctrico	TRICARGO 1200 E
CERONTE	Carga	MOTOCARRO	Eléctrico	TRICARGO 3000
CERONTE	Carga	MOTOCARRO	Eléctrico	CABINADO 3000 E
CHEVROLET	Carga	MINIVAN	Gasolina E85	Spin
CHEVROLET	Pasajeros	MINIVAN	Gasolina E85	Spin

DONGFENG	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	E-TRUCK 2.3T
DONGFENG	Carga	VAN	Eléctrico	E-CARGO 1.0T
FOTON	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	FKR EV 3.4T
FOTON	Carga	CABEZA GIRATORIA	Eléctrico	MIXER 4 MANOS
FOTON	Carga	CAMIÓN	Gasolina/Eléctrico	Aumark S3 Hybrid
FOTON	Carga	CAMIÓN	Gasolina/Eléctrico	Ollin BJ1069PJVSG-AB
FOTON	Carga	CABEZA TRACTORA	Biometano	TRACTO EST GNV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6116GHEV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6852GEV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6125GEV/KLQ6125GEV3
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6126GEV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6109GEV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6832GEV
HIGER	Pasajeros	VAN PASAJEROS/CARGA	Eléctrico	H7C EV
HIGER	Pasajeros	VAN PASAJEROS/CARGA	Eléctrico	H5C EV
HIGER	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	KLQ6111HYAEV
IVECO	Carga	FURGÓN	Biometano	Daily HI-MATIC Natural Power
IVECO	Carga	FURGÓN	Eléctrico	Daily Electric
JAC MOTORS	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	X100 EV
JAC MOTORS	Cargas y pasajeros	VAN PASAJEROS/CARGA	Eléctrico	SUNRAY EV

JMC	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	CONQUER EV 3.7T
JMC	Carga	CAMIÓN	Eléctrico	TOURING EV CARGO
KING LONG	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	K06-XMQ6601
KING LONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	XMQ6150AGWE
KING LONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	PEV12
KING LONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	XMQ6900DGWBEV
KING LONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	XMQ6900BGWE
KING LONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	XMQ6130EYWE5
KING LONG	Pasajeros	VAN PASAJEROS	Eléctrico	KINGO-L EV
KING LONG	Carga	FURGONETA	Eléctrico	XMQ5030XXYBEVL03
KING LONG	Carga	FURGONETA	Eléctrico	XMQ5030XXYBEVL04
KING LONG	Carga	Semirremolque	Eléctrico	XMQ4180BEVL
KING LONG	Carga	Semirremolque	Eléctrico	XMQ4250BEVL
RAM	Pasajeros	PICK UP	Gasolina/Eléctrico	1500DT Doble Cabina
RENAULT	Carga	FURGONETA	Eléctrico	KANGOO Z.E
RENAULT	Cargas y pasajeros	VAN PASAJEROS/CARGA	Eléctrico	KANGOO Z.E
RENAULT	Carga	FURGONETA	Hidrógeno Verde	Kangoo Z.E. Hydrogen
RENAULT	Carga	FURGONETA	Hidrógeno Verde	Master Z.E. Hydrogen
SCANIA	Carga	Semirremolque	Biometano	Gas Euro 6
TOYOTA	Pasajeros	AUTOBÚS	Hidrógeno Verde	Sora
VOLVO	Carga	Semirremolque	Biometano	FM LNG

VOLVO	Carga	Semirremolque	Biometano	FM LNG
VOLVO	Carga	Semirremolque	Biometano	FM LNG
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	E12 PRO
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	E9
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	E18
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	ZK6118BEVG
YUTONG	Pasajeros	TROLEBÚS	Eléctrico	ZK5120C
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	ZK6125CHEVG
YUTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	ZK6128BEVG
YUTONG	Pasajeros	AUTOCAR	Eléctrico	T13E
YUTONG	Pasajeros	AUTOCAR	Eléctrico	ZK6907BEV
YUTONG	Cargas y pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	E12
ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	H9
ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	LCK 6850 EVG
ZHONGTONG	Pasajeros	MINIBÚS	Eléctrico	LCK 6760 EVG
ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	LCK 6122 EVG
ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Eléctrico	LCK6125EV
ZHONGTONG	Pasajeros	Chasis urbano	Biometano	LCK6125RGN
ZHONGTONG	Pasajeros	BÚS ARTICULADO	Biometano	LCK6180HGN
ZHONGTONG	Pasajeros	BÚS ARTICULADO	Eléctrico	LCK 6180 EVG
ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Biometano	LCK6906HN

ZHONGTONG	Pasajeros	AUTOBÚS	Biometano	LCK6950HGN
-----------	-----------	---------	-----------	------------

4.3.Sector Transporte - Transporte interurbano (carga y pasajeros) y férreo (T4)

Tabla 6. Tecnologías de transporte férreo eléctricas disponibles para importación que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC^{38,39,40}

MARCA	UTILIDAD	TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE COMBUSTIBLE	REFERENCIA DEL VEHÍCULO
Alstom	Carga	Locomotora	Eléctrico	Prima SNCF BB 27000
Alstom	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Prima SNCF BB 27300
Alstom	Carga	Locomotora	Eléctrico	Prima SNCF BB 37000
Alstom	Carga/Pasajeros	Locomotora de alta velocidad	Eléctrico	TGV SNCF BB 26000
Alstom	Carga/Pasajeros	Locomotora de alta velocidad	Eléctrico	TGV SNCF BB 36000
Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Carga/Pasajeros	Locomotora de alta velocidad	Eléctrico	Bombardier- Alstom HHP-8
Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Traxx F140 AC

³⁸ La tabla de tecnologías férreas del presente documento únicamente muestra 28 de las 50 tecnologías férreas eléctricas identificadas, dado que su nombre de referencia es el mismo y la diferencia radica en especificaciones técnicas como el tipo de motor y el tipo de transmisión eléctrica. Para ver el listado completo remitirse a la Herramienta de Implementación en formato Excel.

³⁹ **Nota 1:** la Tabla 6 es una referencia de las Tecnologías de transporte férreo eléctricas disponibles para importación que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC en Colombia, esta no es taxativa.

⁴⁰ **Nota 2:** las referencias mencionadas en esta tabla están sujetas a cambios conforme a las actualizaciones de la TVC y las dinámicas del mercado.

Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Traxx F140 MS
Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Carga	Locomotora	Eléctrico	Traxx F140 MS2e (Last Mile)
Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Traxx F160 AC
Bombardier transportation - Alstom (Traxx)	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Traxx P140 AC
CRRC	Carga	Locomotora de alta potencia	Eléctrico	CRRC Zhuzhou
CRRC	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	DJ1
CRRC	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	TM2
General Electric (GE) Transportation	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	AC6000CW
General Electric (GE) Transportation	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	GE Evolution Series: ES44AC, ES44DC, ES40DC, ES44C4, ES44AH, ES44i, ES40ACi, ET44AC, ET44C4, ET44AH
General Electric (GE) Transportation	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	GE Genesis Series: P32AC-DM, P40DC, P42DC, P42DM, P32-8BWH, P40-8, P42-8

General Electric (GE) Transportation	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	GE Dash 8 Series: B40-8, C40-8, C40-8W, C41-8W, B39-8, C39-8
General Electric (GE) Transportation	Carga	Locomotora	Eléctrico	GE Dash 9 Series: C44-9W, C40-9W
General Electric (GE) Transportation	Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	GE P30CH
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Amtrak Cities Sprinter ACS-64
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga	Locomotora	Eléctrico	Eurosprinter ES 64 F (Clase 152)
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga	Locomotora	Eléctrico	Eurosprinter ES 64 F4
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Eurosprinter ES 64 U
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Eurosprinter ES 64 U2
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Eurosprinter ES 64 U4
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Hidrógeno Verde	Mireo Plus H
Siemens Mobility - Krauss-Maffei	Carga/Pasajeros	Locomotora	Eléctrico	Vectron

4.4. Sector Transporte - Transporte de servicio particular (T5)

Tabla 7. Tecnologías de transporte terrestre particular que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC⁴¹

MARCA	TIPO DE VEHÍCULO	TIPO DE COMBUSTIBLE	REFERENCIA DEL VEHÍCULO	EMISIONES (gCO ₂ e/km)
AUDI	SUV	Eléctrico	e-tron 55 quattro Prestige	Cero emisiones
AUDI	SUV	Eléctrico	e-tron 55 quattro Advanced	Cero emisiones
AUDI	SUV	Eléctrico	e-tron Sportback 55 quattro Prestige	Cero emisiones
AUDI	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	A4 40 TFSI MHEV Advanced	-
AUDI	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	A4 45 TFSI MHEV quattro Progressive	-
AUDI	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	A6 40 TFSI MHEV Ambition	-
AUDI	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	A6 55 TFSI MHEV quattro Progressive	-
AUDI	SUV	Gasolina/Eléctrico	Q5 45 TFSI MHEV quattro Advanced	-
AUDI	SUV	Gasolina/Eléctrico	Q5 Sportback 45 TFSI MHEV quattro S-line	-
AUDI	SUV	Gasolina/Eléctrico	Q7 55 TFSI MHEV quattro Prestige	-
AUDI	SUV	Gasolina/Eléctrico	Q8 TFSI quattro Progressive	-
AUDI	SUV	Hidrógeno Verde	Prototipo h-tron quattro	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable

⁴¹ **Nota:** la Tabla 7 es una referencia de las Tecnologías de transporte terrestre particular que cumplen el criterio de elegibilidad de la TVC en Colombia, esta no es taxativa.

BMW	SUV	Eléctrico	iX xDrive40	Cero emisiones
BMW	Hatchback	Eléctrico	i4	Cero emisiones
BMW	SAV	Eléctrico	iX1	Cero emisiones
BMW	SAV	Eléctrico	iX3	Cero emisiones
BMW	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Serie 3 330e	57
BMW	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Serie 5 530e	53
BMW	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Serie 7 M740i	159 - 183
BMW	SUV	Gasolina/Eléctrico	X3 xDrive30e	73
BMW	SUV	Gasolina/Eléctrico	X5 xDrive40i	193 - 224
BMW	SUV	Gasolina/Eléctrico	X5 xDrive45e	-
BMW	SUV	Gasolina/Eléctrico	X5 xDrive50e	18 - 26
BMW	SUV	Hidrógeno Verde	i Hydrogen NEXT	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
BMW	SUV	Hidrógeno Verde	Prototipo X5	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
BYD	Hatchback	Eléctrico	i Dolphin	Cero emisiones
BYD	SUV	Eléctrico	Yuan Plus EV	Cero emisiones
BYD	SUV	Eléctrico	Yuan Pro-EV	Cero emisiones
BYD	SEDÁN	Eléctrico	Han EV	Cero emisiones
BYD	SUV	Eléctrico	Song Pro-EV	Cero emisiones

BYD	SUV	Eléctrico	Tang EV	Cero emisiones
BYD	SEDÁN	Eléctrico	e5	Cero emisiones
BYD	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Qin Plus DM-i	-
BYD	SUV	Gasolina/Eléctrico	Song Plus DM-i	-
BYD	SUV	Gasolina/Eléctrico	Tang DM	-
CHANGAN	Hatchback	Eléctrico	E-Star	Cero emisiones
CHERY	SUV	Gasolina/Eléctrico	TIGGO 8 PRO e+ Flex	-
CHEVROLET	SUV	Eléctrico	BOLT EUV	Cero emisiones
CHEVROLET	SUV	Eléctrico	BLAZER EV	Cero emisiones
CHEVROLET	SUV	Eléctrico	EQUINOX EV	Cero emisiones
CHEVROLET	SUV	Hidrógeno Verde	EQUINOX FUEL CELL	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
DONGFENG	PICK-UP	Eléctrico	RICH 6EV	Cero emisiones
FORD	PICK-UP	Gasolina/Eléctrico	F-150 HÍBRIDA	-
FORD	Camioneta	Gasolina/Eléctrico	ESCAPE HÍBRIDA	-
HONDA	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	CIVIC HYBRID	-
HONDA	SUV	Gasolina/Eléctrico	CR-V Hybrid Sport	LEV3-SULEV30
HONDA	SUV	Gasolina/Eléctrico	CR-V Hybrid Sport Touring	LEV3-SULEV30
HONDA	SEDÁN	Eléctrico	Clarity	-
HONDA	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Clarity PHEV	-

HONDA	SEDÁN	Hidrógeno Verde	FCX Clarity	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
HYUNDAI	SUV	Gasolina/Eléctrico	KONA HYBRID	-
HYUNDAI	SEDÁN	Eléctrico	KONA EV Limited	Cero emisiones
HYUNDAI	Hatchback	Hidrógeno Verde	NEXO HYDROGEN	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
JAC MOTORS	AUTOMÓVIL	Eléctrico	E10X	Cero emisiones
JAGUAR	SUV	Gasolina/Eléctrico	F-PACE P400E	37
JAGUAR	SUV	Eléctrico	I-PACE	Cero emisiones
KIA	SUV	Gasolina/Eléctrico	STONIC EV	-
KIA	SUV	Gasolina/Eléctrico	NIRO V4	-
LEXUS	SUV	Gasolina/Eléctrico	UX Hybrid (250h, 250h PREMIUM, 250h F SPORT DESIGN, 250h F SPORT HANDLING)	ULEV III (Certified Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS	SUV	Gasolina/Eléctrico	NX Hybrid (350h AWD)	SULEV (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS	SUV	Gasolina/Eléctrico	NX PHEV (450h+ AWD, 450H+ F SPORT HANDLING AWD)	SULEV (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)

LEXUS	SUV	Gasolina/Eléctrico	RX Hybrid (350h AWD, 350h PREMIUM AWD, 350h PREMIUM+ AWD. 350h LUXURY AWD, 500h F SPORT PERFORMANCE AWD)	SULEV (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	ES Hybrid (300h, 300h LUXURY, 300h ULTRA LUXURY, 300h F SPORT DESIGN, 300h F SPORT HANDLING)	SULEV II (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	LS Hybrid (500h AWD)	SULEV III (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	LC Hybrid (500h)	SULEV III (Certified Super Ultra-Low Emission Vehicle)
LEXUS		Eléctrico	RZ	Cero emisiones
MAZDA	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	3	-
MAZDA	SUV	Gasolina/Eléctrico	CX-3	-
MAZDA	SUV	Eléctrico	MX-30 EV	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SUV	Eléctrico	EQA 250	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SUV	Eléctrico	EQA 300 4MATIC	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SUV	Eléctrico	EQA 350 4MATIC	Cero emisiones

MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 300	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 350+	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 350+	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 350 4MATIC	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 500 4MATIC	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 43 4MATIC	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SEDÁN	Eléctrico	EQE 53 4MATIC+	Cero emisiones
MERCEDES-BENZ	SUV	Hidrógeno Verde	GLC F-Cell	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
MG	SUV	Eléctrico	MARVEL DELUXE	Cero emisiones
MG	SUV	Eléctrico	MARVEL PERFORMANCE	Cero emisiones
MG	SUV	Eléctrico	ZS EV	Cero emisiones
MG	SUV	Eléctrico	ZS EV	Cero emisiones
MINI COOPER	Hatchback	Eléctrico	SE Iconic AT	Cero emisiones
MITSUBISHI	SUV	Gasolina/Eléctrico	OUTLANDER PHEV	-
NISSAN	SUV	Gasolina/Eléctrico	X-TRAIL e-POWER	-
NISSAN	Hatchback	Eléctrico	LEAF	Cero emisiones

PININFARINA	Superdeportivo	Hidrógeno Verde	H2 Speed	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
PORSCHE	Deportivo	Eléctrico	Taycan	Cero emisiones
PORSCHE	Deportivo	Eléctrico	Taycan 4 Cross Turismo	Cero emisiones
PORSCHE	Deportivo	Gasolina/Eléctrico	Panamera 4 E - Hybrid	*21g NO2e/km
PORSCHE	Deportivo	Gasolina/Eléctrico	Panamera E Sport Turismo - Hybrid	-
PORSCHE	Deportivo	Gasolina/Eléctrico	Panamera E Executive - Hybrid	-
PORSCHE	Deportivo	Gasolina/Eléctrico	Cayenne E-Hybrid	
PORSCHE	Deportivo	Gasolina/Eléctrico	Cayenne Coupé-Hybrid	-
RENAULT	SUV	Gasolina/Eléctrico	Capture E-Tech	-
RENAULT	SUV	Gasolina/Eléctrico	Escape-E-Tech	104
RENAULT	Hatchback	Gasolina/Eléctrico	Clio-E-Tech	-
RENAULT	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	Arkana E-Tech	-
RENAULT	Hatchback	Eléctrico	ZOE E-TECH	Cero emisiones
RENAULT	AUTOMÓVIL	Eléctrico	TWIZY	Cero emisiones
SUBARU	SUV	Gasolina/Eléctrico	Forester Hibrida Prime	-
SUBARU	SUV	Gasolina/Eléctrico	Forester Hibrida Elite	-
SUZUKI	AUTOMÓVIL	Gasolina/Eléctrico	SWIFT Hybrid	-
TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model S LR	Cero emisiones
TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model S Plaid	Cero emisiones

TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model S Plaid +	Cero emisiones
TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model 3 Long Range	Cero emisiones
TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model 3 Performance	Cero emisiones
TESLA	SEDÁN	Eléctrico	Model 3 Long Range	Cero emisiones
TESLA	SUV	Eléctrico	Model X	Cero emisiones
TESLA	SUV	Eléctrico	Model X Plaid	Cero emisiones
TESLA	SUV	Eléctrico	Model Y All Wheel Drive	Cero emisiones
TESLA	SUV	Eléctrico	Model Y Performance	Cero emisiones
TESLA	SUV	Eléctrico	Model Y Long Range AWD	Cero emisiones
TOYOTA	SUV	Gasolina/Eléctrico	YARIS CROSS HYBRID	Euro V con OBD
TOYOTA	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	COROLLA XE-I HÍBRIDO (XLi HV, Xei HV)	Euro V con OBD
TOYOTA	SEDÁN	Gasolina/Eléctrico	COROLLA SEG HÍBRIDO (SEG HV)	Euro V con OBD
TOYOTA	SUV	Gasolina/Eléctrico	COROLLA CROSS XE-I HÍBRIDO (CROSS XEi HV)	Euro V con OBD
TOYOTA	SUV	Gasolina/Eléctrico	COROLLA CROSS SEG HÍBRIDO (CROSS SEG HV)	Euro V con OBD
TOYOTA	SEDÁN	Hidrógeno Verde	Mirai	Cero emisiones si el hidrógeno proviene de una fuente renovable
VOLKSWAGEN	SUV	Eléctrico	ID.4	Cero emisiones
VOLKSWAGEN	Hatchback	Eléctrico	e-Golf	Cero emisiones
VOLVO	SUV	Eléctrico	EX90	Cero emisiones

VOLVO	SUV	Eléctrico	C40 Recharge Pure Electric P8	Cero emisiones
VOLVO	SUV	Eléctrico	XC40 Recharge Plus PE	Cero emisiones
VOLVO	SUV	Gasolina/Eléctrico	XC40 Plus B4	Euro VI
VOLVO	SUV	Gasolina/Eléctrico	XC60 Recharge Ultimate T8	23, Euro VI
VOLVO	SUV	Gasolina/Eléctrico	XC90 Recharge Ultimate T8	30, Euro VI
ZHIDOU	Hatchback	Eléctrico	ZD D2S	Cero emisiones

4.5. Sectores del Uso del Suelo

Tabla 8. Certificaciones disponibles para agricultores y productores en torno a las inversiones y prácticas para la transición hacia la agricultura y ganadería/forestería sostenible^{42,43}

NOMBRE DE LA CERTIFICACIÓN	SECTOR	Grado de alineación con la TVC
Sello Ambiental Colombiano (SAC)	Forestería y ganadería	Alto
Alimento Ecológico	Agricultura y ganadería	Alto
Rainforest Alliance	Agricultura, ganadería y forestería	Alto
Global Gap	Agricultura y ganadería	Alto
Regenerative Organic Certified	Agricultura y ganadería	Alto
Climate Friendly Rise Certification	Agricultura	Bajo
International Sustainability and Carbon Certification	Agricultura	Alto

⁴² **Nota 1:** la Tabla 8 es una referencia de las Certificaciones disponibles para agricultores y productores en torno a las inversiones y prácticas para la transición hacia la agricultura y ganadería/forestería sostenible, esta no es taxativa.

⁴³ **Nota 2:** las referencias mencionadas en esta tabla están sujetas a cambios conforme a las actualizaciones de la TVC y las dinámicas del mercado.

IFOAM Standard	Agricultura	Alto
Bonsucro	Agricultura	Bajo
Proterra Foundation	Agricultura	Medio
RSB Standard	Agricultura	Medio
GNN certified farming	Agricultura	Medio
Fairtrade	Agricultura	Medio
Forest Stewardship Council FSC	Forestal	Medio
Programme for the Endorsement of Forest Certification PEFC	Forestal	Medio
USDA certification	Agricultura y ganadería	Alto
Certificado de incentivo Forestal CIF	Forestal y agricultura	Medio
Global Roundtable for Sustainable Beef	Ganadería	Medio

Las certificaciones de buenas prácticas agrícolas, forestales y ganaderas siguen el esquema de alineación que se presenta a continuación:

Tabla 9. Grado de alineación de las certificaciones para agricultores y productores, en torno a las inversiones y prácticas hacia la agricultura y ganadería/forestería sostenible respecto a la TVC

GRADO DE ALINEACIÓN RESPECTO A LAS PRÁCTICAS ELEGIBLES (PE) DE LA TVC	
ALTO	<p>Los lineamientos definidos por la certificación dan cumplimiento considerable a las PE de la TVC. Estos lineamientos e indicadores, que exige y a los que hace monitoreo constante la certificación, presentan semejanza con las prácticas de la Taxonomía.</p> <p>Se definen con grado de alineación alto a las certificaciones que cuentan con cumplimiento de cuatro a seis prácticas elegibles, para dos o más sectores de uso del suelo. Tienen un mayor nivel de exigencia/obligatoriedad para lograr y mantener la certificación.</p>

MEDIO	<p>Una proporción de los lineamientos de la certificación arroja semejanza con las PE de la TVC, presentando en algunos casos mayor enfoque en otros aspectos sociales o económicos; aun así, dando cumplimiento a las prácticas elegibles de la Taxonomía.</p> <p>Se definen con grado de alineación medio a las certificaciones que cuentan con cumplimiento de cuatro a seis prácticas elegibles para un sector de uso del suelo.</p>
BAJO	<p>Los lineamientos definidos por la certificación están enfocados en otros aspectos diferentes a las PE de la TVC, o cuentan con un mayor grado de flexibilidad para su cumplimiento.</p> <p>Se definen con grado de alineación bajo a las certificaciones que cuentan con cumplimiento de tres o menos prácticas elegibles para un sector de uso del suelo.</p>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaris, J., Manrique, D., & Jaramillo, J. (2015). Biocombustibles líquidos en Colombia y su impacto en motores de combustión interna. Una revisión. *Revista fuentes: el Reventón energético vol. 13 n° 2 de 2015 - Jul/Dic, 23/24*.
- BCN. (2021). *Greenwashing o “lavado verde” en la legislación comparada*. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32475/2/BCN_greenwashing_derecho_comparado_2021.pdf
- Cámara de Diputados. (2019). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/juridico/leyes/LG_DE_DESARROLLO_FORESTAL_SUSTENTABLE.pdf
- CORPOICA. (s.f.). *Fuentes de fertilizantes, acondicionadores de suelos y materiales correctivos*. Obtenido de https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_4/mod_virtuales/modulo2/glosario4.html
- EEA. (04 de 01 de 2017). *European Environment Agency*. Obtenido de https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-chart_1
- Espinosa Espinosa, Bartolomé; Flores Magdaleno, Héctor; Ascencio Hernández, Roberto; Carrillo Flores, Guillermo Diseño de un sistema de riego hidrante parcelario con los métodos por Turnos y Clement: análisis técnico y económico Terra Latinoamericana, vol. 34, núm. 4, octubre-diciembre, 2016, pp. 431-440 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57347465005.pdf>
- FAO. (1999). *Comisión del Codex Alimentarius*. Obtenido de <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>
- FAO. (2002). *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/Y3779S/y3779s00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2008). *Bosques y energía*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i0139s/i0139s00.pdf>
- FAO. (2016). *Agricultura Sostenible*. Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/423953/>
- FAO. (2018). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5d9b2107-2b32-4026-baca-f6de4e843cf4/content>
- FAO. (2024). *Portal de Suelos de la FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20del%20suelo%20se,prestar%20servicios%20para%20sus%20beneficiarios.>

- FAO. (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e07.htm#fn8>
- Fedecombustibles. (2023). *Vademécum de los biocombustibles*.
- Gobierno de Colombia. (12 de 2022). *Taxonomía Verde de Colombia*. Obtenido de <https://www.taxonomiaverde.gov.co/webcenter/portal/TaxonomaVerde>
- IPCC. (2013). *Glosario*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- IPCC. (2014). *Glosario*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/AR5_SYR_Glossary_es.pdf
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5°C*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- ISO. (1996). Obtenido de <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e07.htm#fn8>
- MADR. (2018). *Resolución N° 261*. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No%20000261%20de%202018.pdf>
- ONU. (1987). *Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- ONU. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>
- Ren, Yue, et al. (31 de 05 de 2023). *Hidden delays of climate mitigation benefits in the race for electric vehicle deployment. United States*. Obtenido de U.S. Department of Energy: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38182-5>
- REPSOL. (s.f.). *¿Qué es el biometano y como se obtiene?* Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/movilidad-sostenible/biometano/index.cshtml>